

VŠB - Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Institut dopravy

**Návrh kompozitního pracoviště v letecké údržbě**

**Proposal of Composite Workplace in Air Maintenance**

Student:

Bc. Václav Rieger

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Rostislav Horecký, Ph.D.

Ostrava 2016

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Václav Rieger**  
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství  
Studijní obor: 2301T003 Dopravní technika a technologie  
Specializace: 40 Letecká doprava  
Téma: **Návrh kompozitního pracoviště v letecké údržbě**  
**Proposal of Composite Workplace in Air Maintenance**  
Jazyk vypracování: čeština

### Zásady pro vypracování:

1. Analýza požadavků na pracoviště letecké údržby pro opravy kompozitních součástí letadel.
2. Klasifikace kritických poškození a poruch, které se při údržbě letounu opakovaně vyskytují.
3. Příprava a zpracování dokumentace standardizovaných technologických postupů při běžných poškozeních letounu.
4. Postup a zajištění dokumentace pro schválení velkých nestandardních oprav a modifikací letounu.
5. Příprava cenové kalkulace pro nákup strojů, zařízení, materiálu, ochranných prostředků a zajištění vyškoleného personálu.
6. Navrhnout možné alternativy pro další možná využití dílenských prostor.

### Seznam doporučené odborné literatury:

Vincent Kelly, Carbon fiber. Internetová strana ([www.Diatex.com](http://www.Diatex.com)) St. Genis laval Paris  
MTOE údržbových organizací Job Air, ČSA  
EASA, Nařízení komise ES č. 2042/2003. část PART 145. Organizace údržby. Praha : ÚCL, 2004

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Rostislav Horecký, Ph.D.**

Datum zadání: 11.12.2015

Datum odevzdání: 16.05.2016



doc. Ing. Aleš Slíva, Ph.D.  
vedoucí katedry

doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
děkan fakulty

### **Místopřísežné prohlášení studenta**

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 13. května 2016

*Bc. Václav Nížeš*

.....

podpis studenta

### Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 13. května 2016



.....

podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Bc. Václav Rieger

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Na Nábřeží 751/139, Havířov, 73601

## **ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE**

RIEGER, V. *Návrh kompozitního pracoviště v letecké údržbě : diplomová práce*. Ostrava : VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Ústav letecké dopravy, 2016, 76 str. Vedoucí práce: Horecký, R.

Cílem této diplomové práce je návrh kompozitního pracoviště v letecké údržbě. V úvodu práce představuji kompozitní materiály. V hlavní části analyzuji potřeby pracoviště letecké údržby určené pro opravy kompozitních součástí letadel včetně cenové kalkulace nezbytného vybavení kompozitní dílny. V závěrečné části se zamýšlím nad možným dalším využitím navržených dílenských prostor.

Klíčová slova: kompozity; letecká údržba; opravy; poškození kompozitů; dílna.

## **ANNOTATION OF MASTER THESIS**

RIEGER, V. *Proposal of Composite Workplace in Air Maintenance : Master thesis*. Ostrava : VŠB - Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Air transport, 2016, 76 p. Thesis head: Horecký, R.

The aim of this thesis is designing a composite of the workplace in air maintenance. In the introduction to the work I present composite materials. In the main part of analyzing the needs of the workplace air maintenance intended for repair of composite aircraft components, including price calculations of necessary equipment composition workshops. In the final section I think about the possible further use of the proposed workshop area.

Keywords: composites; aircraft maintenance; repairs; damage composites; workshop.

## **PODĚKOVÁNÍ**

Rád bych poděkoval panu Ing. Rostislavu Horeckému, Ph.D. za jeho odbornou pomoc, věcné připomínky a rady při tvorbě této diplomové práce. Děkuji také své rodině, zejména svému dědovi, který mi byl velkou oporou po celou dobu mého studia.

## Obsah

Cíle práce.....	10
Úvod.....	11
1 Kompozity.....	12
1.1 Kompozitní materiály.....	12
1.1.1 Členění kompozitů .....	13
1.2 Využití kompozitů v letectví .....	15
1.2.1 Příklady využití kompozitů v letectví.....	16
1.3 Nejčastější typy poškození kompozitních dílů.....	18
1.4 Postup při provádění oprav.....	18
1.5 Základní činnosti při provádění oprav .....	19
2 Analýza požadavků na pracoviště letecké údržby pro opravy kompozitních součástí letadel.....	21
2.1 Legislativa.....	21
2.1.1 Legislativa - získání povolení k provádění údržbářských prací .....	21
2.1.2 Příprava a zpracování dokumentace standardizovaných technologických postupů při běžných poškozeních letounu .....	23
2.1.3 Postup a zajištění dokumentace pro schválení velkých nestandardních oprav a modifikací letounu .....	23
2.2 Nezbytné vybavení dílny a jeho popis .....	24
2.2.1 Potřebné prostory.....	24
2.2.2 Bezpečnost práce .....	24
2.2.3 Vybavení sítěmi.....	24
2.2.4 Lidské zdroje .....	25
2.2.5 Vybavení dílny.....	25
2.2.6 Archivace dokumentace .....	56
2.2.7 Další požadavky .....	56
3 Shrnutí - návrh optimálních dispozic a vybavení kompozitové dílny .....	57
3.1 Návrh dílny .....	57
3.2 Přehled základního vybavení dílny včetně cenové kalkulace.....	60

4	Možné alternativy pro další využití dílenských prostor .....	61
	Závěr .....	62
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	63
	Přílohy .....	68



## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

<b>Zkratka</b>	<b>Český název</b>	<b>Anglický název</b>
Al	Hliník	Aluminium
CFRP	Plasty vyztužené uhlíkovými vlákny	Glass Fibre-Reinforced Plastics
EASA	Agentura pro bezpečnost civilního letectví	Europe Aviation Safety Agency
EU	Evropská unie	European Union
GFRP	Plasty vyztužené skelnými vlákny	Glass Fibre-Reinforced Plastics
GLARE	Hliníkový laminát vyztužený skelnými vlákny	Glass Laminate Aluminium Reinforced Epoxy
Prepregy	Předimpregnovaná vlákna tj. tkanina napuštěná natuženým lepidlem, hluboce zmražená	Preimpregnated fibres
Ti	Titan	Titanium
Vrtáky SPF	Karbidové vrtáky do kompozitů	Split Point Fiber drills

## **CÍLE PRÁCE**

V úvodní části své práce představím obor kompozitních materiálů a uvedu jejich základní rozdělení.

Dále se zaměřím na použití kompozitů v konstrukcích civilních letadel, uvedu nejčastější typy poškození kompozitních dílů letadel a způsoby provádění oprav poškození.

V další části rozvedu seznámení s přístroji, nástroji, nářadím a pomůckami, které nesmějí chybět v kompozitní opravářské dílně. Navrhnou kompozitní pracoviště v letecké údržbě včetně nezbytného vybavení tak, aby byla možnost flexibility pracoviště a jeho budoucího rozvoje. Součástí práce bude i cenová kalkulace vybavení údržbářské dílny.

V závěru práce se zamyslím nad dalším možným využitím dílenských prostor.

## ÚVOD

S rozvojem letectví kráčela ruku v ruce i snaha o vývoj lehkých a pevných kompozitních materiálů, jejichž výhodou je oproti kovovým slitinám jejich pevnost a nízká hmotnost. Kompozitní materiály tak postupně začaly nahrazovat v raných dějinách letectví používané dřevěné a později kovové konstrukce letounů.

### **Historie použití kompozitů v letectví:**

- 1938 – první použití sendvičových panelů tvořených potahy z lehké hliníkové slitiny a jádrem ze dřeva na konstrukci letadla Morane 406 (Francie)
- 1940 – první využití kompozitů z lněných vláken a fenolické pryskyřice na výrobu trupu letadla Gordon Aerolite Spitfire (Velká Británie)
- 1943 – začátek výroby první sendvičové konstrukce pro letadla z polyesterového laminátu a jádra tvořeného balzovým dřevem
- 1950 – začaly se používat sklolamináty s voštinovým jádrem. Toto umožnilo konstrukci podpěr vztlačových klapek složitějších tvarů.
- 1960 – první představení kompozitů s borovými vlákny
- 1967 – uskutečněno první testování letadla složeného ze sklolaminátu (Windecker Research Incorporated)
- 1970 – začaly se používat kompozity s uhlíkovými vlákny a polymerní matricí
- 1972 – začaly se používat kompozity s kevlarovými vlákny a polymerní matricí
- 1985 – z uhlíkových kompozitů se začala vyrábět střední část trupu a směrové řídicí plochy Airbusu A310 - 300

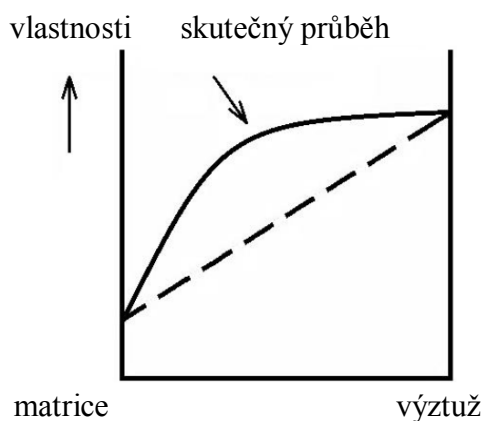
Ale ani kompozitní materiály se nevyhnou různým druhům poškození a opotřebení. V této práci bude navrženo kompozitové pracoviště určené pro údržbu leteckých dílů.

V úvodní části práce bude představen obor kompozitních materiálů, jejich základní rozdělení a použití v konstrukcích civilních letadel. Budete seznámeni s nejčastějšími typy poškození kompozitních dílů letadel. Na základě analýzy používání jednotlivých přístrojů a nástrojů při opravách kompozitních dílů bude navrženo optimální vybavení dílny včetně cenové kalkulace jejího základního vybavení. Pozornost bude věnována možnosti flexibility pracoviště, jeho rozvoje a možného dalšího využití.

# 1 KOMPOZITY

## 1.1 KOMPOZITNÍ MATERIÁLY

Kompozit je heterogenní materiál tvořený kombinací dvou nebo více materiálů, které se vzájemně liší svými chemickými, fyzikálními a mechanickými vlastnostmi. Všechny fáze podílející se na vzniku kompozitu vytváří materiál, který v sobě spojuje nejlepší vlastnosti jednotlivých složek - má lepší vlastnosti, než by odpovídalo pouhému sečtení jednotlivých vlastností složek. Tento jev se nazývá synergismus.



Obr. 1: Schéma synergického efektu v kompozitním materiálu

Základem je spojitá fáze neboli - matrice, která obklopuje nespojitou fázi - výztuž. Matrice je tvořena slabším materiálem, který přenáší vnější zatížení do výztuže a chrání výztuž před vnějším poškozením. Vyztužující fáze vyniká vysokou pevností, tvrdostí a modulem pružnosti. Pro dosažení optimálních vlastností kompozitu je potřebná dobrá adheze mezi vláknem a matricí, což umožní převedení působících sil na vlákna.

Výhodami kompozitních materiálů jsou:

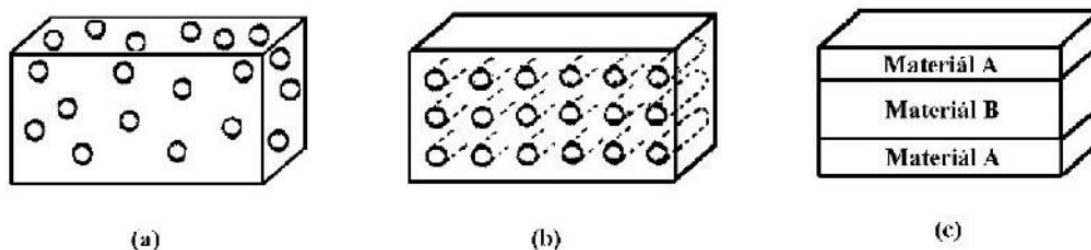
- nízká hmotnost,
- vysoká tuhost,
- vysoká pevnost,
- dobrá lomová houževnatost,
- tvárnost,
- únavová pevnost,
- absorpce energie,
- tlumení.
- odolnost vůči korozi,
- tepelná stabilita.

Nevýhodou pak je nízká odolnost vůči mechanickému poškození ve směru kolmém k vláknům, náročnost opravy i výroby a špatná rozpoznatelnost poškození materiálu.

### 1.1.1 Členění kompozitů

Kompozity se dělí z různých hledisek - dle vlastností výztuže, podle materiálu matrice, také např. dle geometrického tvaru orientace vyztužujících částic nebo jejich velikostí.

a) Dělení kompozitů podle geometrického tvaru na částicové, vláknové a vrstvené:



Obr. 2: Částicový (a), vláknový (b) a vrstvený (c) kompozit

**Částicové kompozity** jsou tvořeny částicemi rozptýlenými v matrici. Nejčastěji je tvoří oxidy, nitridy, karbidy a boridy. V kompozitech se podílejí na přenosu zatížení, ale v menší míře než vlákna. Částice se hlavně používají pro zlepšení vlastností materiálu matrice - např. pro zvýšení ořezuvzdornosti, úpravu tepelné a elektrické vodivosti, zvýšení odolnosti za vysokých teplot, zlepšení obrobitelnosti.

**Vláknové kompozity** - vlákna vyztužující kompozit mohou být kovová, polymerní, keramická, skleněná nebo whiskery (vláknové monokrystaly). V kombinaci s poddajnou a křehkou matricí a za přítomnosti synergického efektu je vytvořen kompozit s vysokou pevností, houževnatostí a tuhostí. Vláknové kompozity mají v praxi větší uplatnění než kompozity částicové.

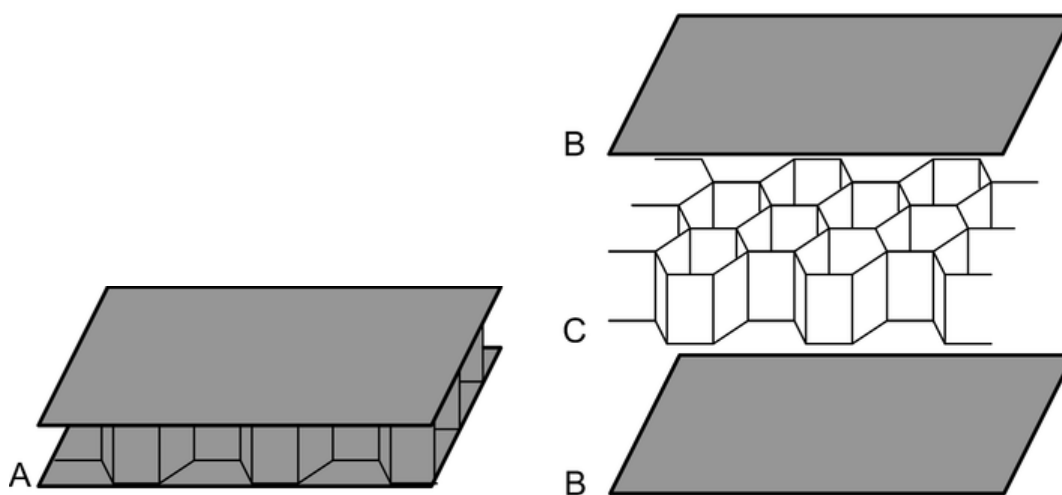
Vláknové kompozity se dále dělí podle délky vlákna na kompozity s dlouhými či krátkými vlákny a podle způsobu orientace vláken v matrici na kompozity s uspořádaným systémem vláken (jednosměrné, dvouosé a víceosé) nebo s nahodilým uspořádáním vláken (mnohosměrné)

Výhodou vláknových kompozitů je možnost výroby součástí nejobtížnějších tvarů.

Vláknové kompozity dělíme i podle způsobu prostorového uspořádání na jednovrstvé (lamina) a mnohovrstvé (lamináty). Skládáním jednotlivých lamin na sebe se vytváří laminát.

**Sendvičové materiály** jsou složeny z lehkého jádra, které obklopují dvě vnější laminátové desky, které jsou nejčastěji vyztužené skleněnými či uhlíkovými vlákny v termosetické matrici, díky kterým získává materiál velkou tuhost v ohybu. Jádro je tvořeno lehkými materiály - nejčastěji hliníkovými voštinami nebo pěny.

Pro své vlastnosti, kterými jsou nízká hmotnost, dobrá tuhost, pevnost, ohnivzdornost, korozivzdornost, odolnost vůči šíření únavových trhlin, odolnost vůči abrazi, jsou sendvičové materiály často využívány v konstrukci letadel.



Obr. 3: Diagram sendvičového materiálu (A), vnější desky ve formě laminátů (B), jádro tvořené voštinami nebo pěny (C)

**Matrice** je materiál, který obklopuje vyztužující fázi tvořenou vlákny či částicemi tak, že po spojení vznikne tvarově stálý výrobek - kompozit.

Podle povahy matrice se kompozity dělí na kovové, keramické nebo polymerní, které se dále rozdělují na termosetové (reaktoplasty) a termoplastové.

Při výrobě kompozitů je nejčastěji používána polymerní matrice, která v porovnání s kovy má nízkou měrnou hmotnost, vysokou měrnou pevnost, korozní odolnost, dobré tlumení kmitů, nízkou tepelnou a elektrickou vodivost a nevyžaduje povrchové úpravy. Díky nízké hustotě jsou kompozity s polymerní matricí často používány v letadlových konstrukcích.

Kovové matrice jsou používány u kompozitů, které jsou vystavovány vysokým teplotám, např. v brzdovém obložení nebo spalovacích motorech.

Kompozity vyztužené keramickými vlákny, mající vysokou pevnost, tepelnou a chemickou odolnost, jsou používány například na lopatky spalovacích turbín.

Při použití termosetických matric, kterými jsou různé druhy pryskyřic (epoxidové pryskyřice, nenasyčené polyesterové pryskyřice, vinylesterové pryskyřice, formaldehydové pryskyřice, polyuretanové pryskyřice) musí dojít k vytvrzení pryskyřice, aby kompozit získal konečné vlastnosti.

Mezi termoplastické matrice patří matrice polypropylenové či aromatické termoplasty.

Kompozity vyztužuje **výztuž**, která bývá tvořena kovovými, polymerními, skleněnými vlákny a whiskery.

## **1.2 VYUŽITÍ KOMPOZITŮ V LETECTVÍ**

### **Sklolaminát, kevlarová vlákna s polymerní matricí**

Použití: vysokorychlostní křídélko, dveře v interiéru, poklop podvozku, radom, náběžné hrany křídla, podlahy a další použití v interiéru.

### **Uhlíková vlákna s polymerní matricí**

Použití: wingbox, horizontální stabilizátory, trup, křídélka, spoilery, vertikální stabilizátory a vzpěry.

### **Borová vlákna s polymerní matricí**

Použití: vertikální a horizontální stabilizátory.

### **Voštiny**

Použití: formování jádra ze sendvičových struktur.

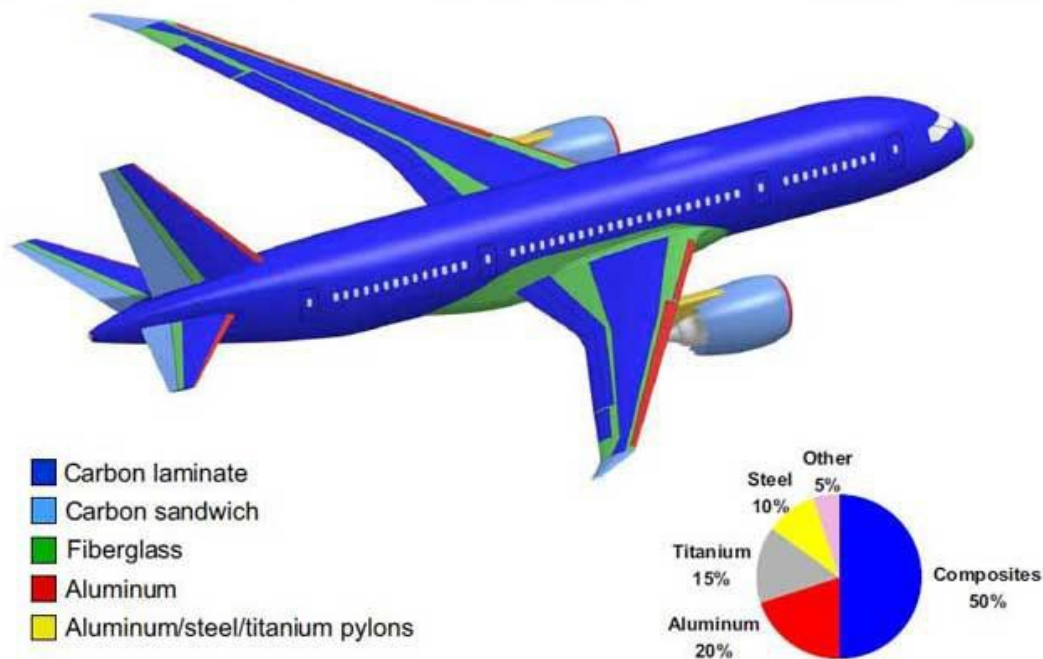
### **Sendvičové materiály**

Použití: Nosné části křídel, trupů, výšková a směrová kormidla, křídélka, klapky, spoilery, aerodynamické brzdy, kryty podvozků, přepážky, dveře.

### 1.2.1 Příklady využití kompozitů v letectví

#### Konstrukce letadla Boeing 787 Dreamliner

V konstrukci letadla byl použit kompozit vyztužený uhlíkovými vlákny – Carbon laminate; uhlíkový vrstvený kompozit – Carbon sandwich; sklolaminát – Fiberglass; hliník – Aluminum; ocel – Steel; titan – titanium.

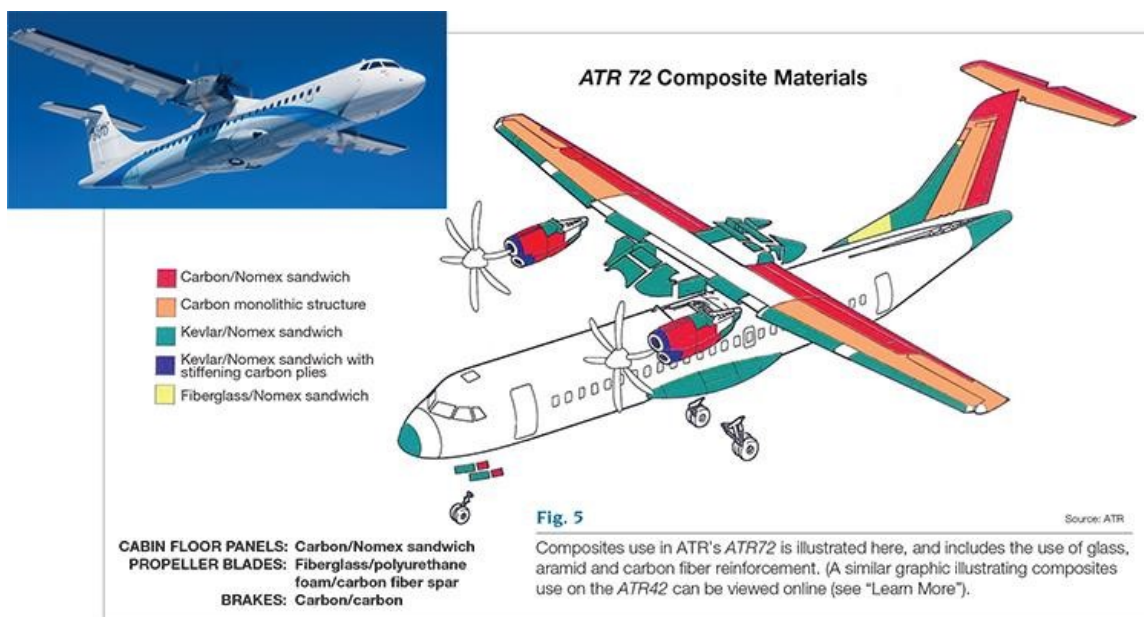


Obr. 4: Materiálové složení konstrukce letadla Boeing 787 Dreamliner

#### Turbovrtulový letoun ATR 72

Na konstrukci letounu ATR 72 byly použity sendvičové kompozitní materiály – sendvič s uhlíkovými vlákny a Nomexem – Carbon/Nomex sandwich, uhlíková vlákna s polymerní matricí – Carbon monolithic structure, sendvič s kevlarovými vlákny a Nomexem a s vyztužujícími vrstvami kompozitu z uhlíkových vláken – Kevlar/Nomex sandwich with stiffening carbon plies, sendvič se skleněnými vlákny a Nomexem – Fiberglass/Nomex sandwich, kabinové podlahové panely – Cabin floor panels; lopatky vrtule – Propeller blades, sklolaminát/polyuretanová pěna/stěžeň uhlíkových vláken – Fiberglass/polyurethane foam/carbon fiber spar, brzdy – brakes.

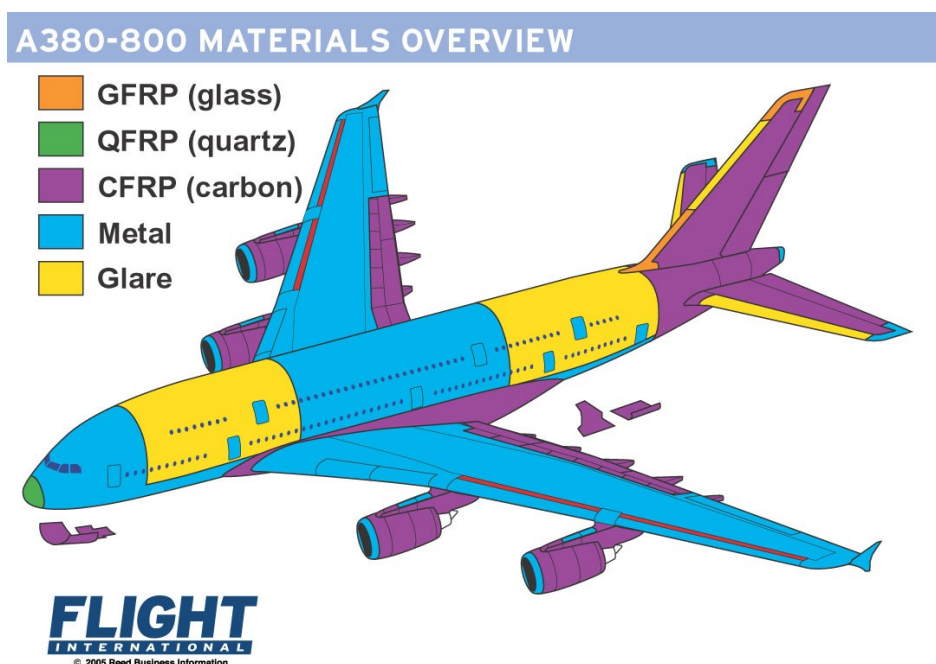




Obr. 5 Turbovrtulový letoun ATR72 s aplikovanými kompozitními materiály v konstrukci ze skleněných, aramidových a uhlíkových vláken.

### Velkokapacitní letoun Airbus A380

Na horní části trupu letounu Airbus A380 byly použity GLARE materiály (Glass Laminate Aluminium Reinforced Epoxy), které kombinují vlastnosti kovových a kompozitových materiálů. GLARE jsou speciální vrstvené materiály, které se vyrábí kladením různých materiálových vrstev slitiny hliníku a kompozitu (prepregy ze skelných vláken) na sebe.



Obr. 6: Použití materiálů GLARE na horní části trupu letounu Airbus A380

### 1.3 NEJČASTĚJŠÍ TYPY POŠKOZENÍ KOMPOZITNÍCH DÍLŮ

Možná poškození kompozitních dílů letadel:

- delaminace,
- dent,
- průraz,
- abraze,
- zlomení,
- poškození nátěru.

Delaminace může způsobit snížení nosnosti a negativně ovlivnit životnost kompozitů snížením celistvosti struktury. K delaminaci dochází nejen klasickým poškozením v provozu, ale může být způsobena i při provádění oprav nebo modifikací, kdy nedostatečnou řeznou rychlostí při broušení či vrtání dojde k vytrhávání vláken a tedy delaminaci. Proto je třeba při provádění oprav kompozitů používat zejména vysokorychlostní obrábění. Delaminace se nejčastěji vyskytuje na podlahách a vnitřním obložení letounu.

Dent - jedná se o drobné poškození, například důlek nebo drobný průraz, který neprochází celým kompozitem.

K abrazi dochází průletem letounu velmi prašným prostředím. Typický výskyt je na "kánoi" - na krytech výsuvných mechanismů pod křídly.

Průrazy jsou časté na krytí bočních stěn, stropech, vnitřních stranách dveří, obkladech, podlahách, pasažérských sedačkách - zejména na opěradlech, i jinde.

Na venkovních krytech a klapkách dochází k různým poškozením při průletu krupobitím.

### 1.4 POSTUP PŘI PROVÁDĚNÍ OPRAV

Po předání letounu k údržbě následuje:

- provedení vstupní kontrolní prohlídky letounu,
- zjištění závad,
- zpracování příkazů k údržbě,

- demontáž vadných kompozitových dílů a jejich předání do kompozitové dílny k opravě,
- případné rozhodnutí, že oprava vybraných kompozitních dílů bude provedena přímo na letounu - např. malá oprava na klapce.

## 1.5 ZÁKLADNÍ ČINNOSTI PŘI PROVÁDĚNÍ OPRAV

### Broušení:

- *obrušování*: je činnost, při které se pomocí brusných nástrojů (brusek) povrch zbavuje barvy, zdrsňuje či zarovnáva,
- *odbrušování*: je činnost, při které se pomocí brusných nástrojů odstraňují velké vrstvy materiálu, kterého je třeba se zbavit (např. poškozené vrstvy, poškozené staré záplaty atd.

### Frézování:

- *frézování* je činnost, kterou lze opracovávat kompozitní materiály. Frézy je vhodné upínat do vysokootáčkových nástrojů jako je například úhlová bruska, či vzduchová vrtačka viz Vysokorychlostní obrábění. Dále je možné odfrézovávat poškozené části kompozitů jako například poškozenou voštinu.

### Vyplňování:

- *vyplňování* je činnost, při které se výplňovou hmotou, či vhodným zahuštěným lepidlem vyplňují důlky vzniklé poškozením, popřípadě se jedná o vyplnění "kráteru" vzniklého odfrézováním poškozené části voštiny atd.

### Lepení:

- *lepení*: k nanášení lepidla jsou nejčastěji používány štětečky, popřípadě válečky. Fixace lepeného spoje po dobu tvrdnutí lepidla se provádí buďto různými stolařskými svorkami atd. nebo vakuováním,
- *laminování*: je lepení vrstev tkaniny prosycené pryskyřicí.

### Vakuování:

je to způsob fixace lepených spojů, či laminovaných vrstev po dobu vytvrzování lepidla pomocí podtlaku. Podtlaku je dosaženo odčerpáním vzduchu vývěvou nebo Anitou z vakuového bagu.

Vakuový bag je tvořen z několika vrstev. Jako první vrstva se na laminovanou plochu dává strhávací tkanina, která se díky svým vlastnostem nepřilepí a zaručí tak bezproblémové odstranění bagu. Další vrstvou je odsávací vatelín, který plní dvě základní funkce. První funkcí odsávacího vatelínu je skrze strhávací tkaninu odsát možný přebytek

lepidla, druhou funkcí je pak zajistit odvod vzduchu a výparů během vakuování. Třetí vrstvou je vakuovací fólie, která se vakuovací páskou přilepí přes předchozí vrstvy, a tím celý bag utěsní.

Pod fólií se vzduchotěsně umístí vakuovací hubice a v případě potřeby čidla teploty.

V případě, že se bude nahřívat a k nahřívání bude použita vyhřívací dečka, se tato dečka zakomponuje do vakuového bagu, čímž přibude několik vrstev.



Obr. 7: Vakuový bag

**Nátěry kompozitů** - kompozity sice nepodléhají korozi, ale vyskytuje se u nich proces fotooxidace. Proto je třeba kompozity pokrýt ochranným nátěrem. Kompozity jsou pod vrchním nátěrem opatřeny středním izolačním nátěrem. Lak na letadle je potom možno měnit bez nutnosti obroušení až na kompozit. To znamená, že odpadá proces odbrušování starého nátěru.

Činnosti, jako jsou opravy kompozitních dílů, jsou prováděny v rámci postupů údržby a oprávnění pro údržbu letounů. V případech přesahujících rozsah oprávnění může být činnost zajištěna smluvně externě.

## **2 ANALÝZA POŽADAVKŮ NA PRACOVISŤE LETECKÉ ÚDRŽBY PRO OPRAVY KOMPOZITNÍCH SOUČÁSTÍ LETADEL.**

### **2.1 LEGISLATIVA**

#### **2.1.1 Legislativa - získání povolení k provádění údržbářských prací**

Údržba v letecké dopravě se řídí evropskou legislativou platnou pro oblast civilní letecké dopravy. Platné předpisy použité pro oblast civilního a vojenského leteckého provozu jsou od sebe velmi přísně odděleny.

O úpravě společných pravidel v oblasti civilního letectví uvnitř Evropské unie rozhoduje svými nařízeními Agentura pro bezpečnost civilního letectví (EASA) Europe Aviation Safety Agency, která vznikla Nařízením Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1592/2002 ze dne 15. července 2002.

Pro oblast údržby letadel (ÚL) řeší zachování letové způsobilosti letadel a leteckých výrobků, zachování letové způsobilosti letadlových částí a zařízení a schvalování organizací a personálu zapojených do těchto úkolů Nařízení komise (ES) č. 2042/2003 ze dne 20. listopadu 2003.

Toto nařízení bylo zrušeno Nařízením Komise (EU) č. 1321/2014 ze dne 26. listopadu 2014 o zachování letové způsobilosti letadel a leteckých výrobků, letadlových částí a zařízení a schvalování organizací a personálu zapojených do těchto úkolů. Nařízení vstoupilo v platnost 6. ledna 2015. Nařízení č. 1321/2014 je přepracovaným zněním nařízení Komise (ES) č. 2042/2003.

Tyto předpisy mají nové označení PART a jsou pojmenovány - Part M, Part 145, Part 66 a Part 147.

Oprávnění organizací k údržbě letadel je řešeno v PART 145, Osvědčující personál údržby - PART 66. PART M řeší Požadavky na zachování letové způsobilosti a PART 147 Požadavky na výcvikové organizace.

**Zákon č. 49/1997 Sb.**, o civilním letectví zapracovává příslušné předpisy Evropské unie, navazuje na přímo použitelné předpisy Evropské unie a upravuje podmínky v oblasti civilního letectví, rovněž jsou zde stanoveny podmínky pro organizace údržby a výcvik pracovníků podílejících se na opravách letadel nebo jejich částí.

Údržba velkých letadel, letadel používaných v obchodní letecké dopravě a jejich letadlových celků musí být prováděna organizací oprávněnou k údržbě podle části 145.

**Part 145** je přílohou nařízení Komise č. 2042/2003, které se týká organizací provádějících údržbu letadel a letadlových celků nebo jeho částí, přičemž údržbou se rozumí generální oprava, oprava, prohlídka, výměna, modifikace nebo odstranění závady na letadle nebo letadlovém celku anebo kombinace několika těchto operací, s výjimkou předletové prohlídky. Určuje především podmínky pro vydání oprávnění organizacím, které se chtějí podílet na údržbě letadel. Tato osvědčení jsou vydávána ve čtyřech kategoriích (třídních kvalifikacích) A až D podle rozsahu oprávnění.

Údržba letadla se provádí podle výrobcem schváleného programu údržby.

**Part 66** dále upřesňuje nároky na personál provádějící údržbu. Pracovníci jsou děleni do několika kategorií podle své specializace a podle typu leteckého zařízení. Pro jednotlivé kategorie je stanoven rozsah základních znalostí, které musí pracovník prokázat zkouškou. Rovněž musí splňovat požadovanou délku praxe.

Oprávnění k údržbě jsou vydávána podle:

- CAA-TI-006-n/98 - Postupy pro vydání národního oprávnění k údržbě, opravám, modifikacím letecké techniky a národního dodatku k EASA oprávnění k údržbě.
- Part 154 - je přílohou nařízení Komise č. 2042/2003, které se týká organizací provádějících údržbu letadlových celků nebo jeho částí.
- Oprávnění k údržbě - Část M, oddíl A, hlava F.

Organizace, která obdrží oprávnění k údržbě, musí vytvořit příručku organizace údržby.

### **2.1.2 Příprava a zpracování dokumentace standardizovaných technologických postupů při běžných poškozeních letounu**

Pro provádění standardních oprav jsou postupy stanoveny výrobcem letadla a jsou uvedeny v technické dokumentaci. O provedení opravy je zpracována dokumentace.

### **2.1.3 Postup a zajištění dokumentace pro schválení velkých nestandardních oprav a modifikací letounu**

Modifikace - je úprava jednotlivého výrobku oproti stavu, jímž byl definován v době, kdy mu byl vydán doklad o způsobilosti, provedená ve shodě se schválenou normou. Všechny nezávazné modifikace jsou prováděny jen podle požadavku zákazníka. Veškerá dokumentace modifikací musí být schválena a v souladu s požadavky EASA a je součástí díla letounu.

Nestandardní oprava - oprava, pro jejíž provádění nejsou stanoveny postupy v průvodní technické dokumentaci, která vyžaduje zpracování speciálního postupu oprávněnou organizací následně schváleného ÚCL.

Postupy oprav jsou definované v Structure Repair Manual (SRM), včetně uvedení limitů. Jedná-li se o nestandardní opravu, je třeba řešit s výrobcem, co je možné opravit a jaký při tom použít postup.

Oprava (Repair) - je obnova provozuschopného stavu letadla, motoru, vrtule nebo ostatních výrobků letadlové techniky ve shodě se schválenou normou.

O provedení významné opravy a významné modifikace musí být osobou, která tuto činnost provedla, vypracována zpráva. Originál zprávy musí být uchován v organizaci provádějící údržbu nejméně 3 roky.

## **2.2 NEZBYTNÉ VYBAVENÍ DÍLNY A JEHO POPIS**

### **2.2.1 Potřebné prostory**

#### **Dílna**

Prostory dílny musí vyhovovat podmínkám pro všechny plánované práce. Musí být vhodně uspořádané a čisté. Dílna musí být vybavena odpovídajícím skladovým prostorem na uložení materiálu (lednice, mrazicí box). Nezbytné je vybavení dílny elektrickým rozvodem 400/230 V, stlačeným vzduchem, dostatečným osvětlením, topením a odsávacím vzduchotechnickým systémem. V dílně budou vyčleněny nádoby na nebezpečný odpad. Manipulace s odpady se řídí přepisy plynoucími ze zákona o Životním prostředí.

### **2.2.2 Bezpečnost práce**

S ohledem na bezpečnost práce musí být na pracovišti umístěna lékárnička vybavená i roztokem na vyplachování očí.

Dále musí organizace zajistit pracovníkům tyto ochranné pomůcky:

- ochranný oblek,
- respirátory,
- chemické masky,
- ochranné brýle.

### **2.2.3 Vybavení sítěmi**

- telekomunikační síť,
- datová síť,
- vybavení výpočetní technikou,
- stlačený vzduch,
- voda - pitná a užitková,
- teplá voda,
- vytápění místností,
- elektrická energie 230V/400V, s frekvencí 50 Hz.



#### **2.2.4 Lidské zdroje**

Pro běžně prováděnou práci musí mít organizace vhodný personál. Personál, který provádí specializované úkoly, musí být kvalifikován v souladu s úředně uznávanými normami. Kvalifikace zaměstnanců bude zajišťována nákupem vhodných školení u externích organizací.

#### **2.2.5 Vybavení dílny**

Základem specializovaného kompozitního pracoviště pro opravy letadel musí být dostatečně prostorná místnost, která bude vybavena následujícím zařízením:

- stoly (ponky),
- židle,
- skříně (vhodné i pro uskladnění chemikálií ve stanoveném objemu),
- regály,
- police nebo regál pro skladování voštin,
- organizér - skříňka na drobný materiál,
- lednice a mrazák (průmyslové),
- stan se stojanem na tkaniny,
- stojan na roli maskovacího nebo lakovacího papíru,
- smeták, lopatka, metla,
- odsávání v místnosti, popř. mobilní odsávací zařízení,
- dostatečné osvětlení dle normy.

### **KONKRÉTNÍ PŘÍKLADY VYBAVENÍ MÍSTNOSTI**

#### **Dílenský stůl – ponk**

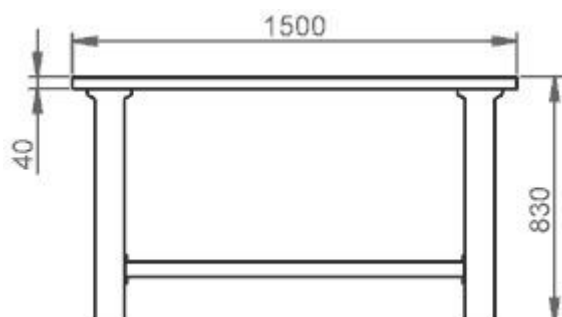
Jelikož na pracovním stole/stolech bude probíhat většina dílenských prací, je potřeba zajistit dostatečný počet stolů a tím dostatečnou pracovní plochu.

Pro navrhovanou dílnu byly zvoleny dva typy stolů a to Dílenský stůl - DPS 01A a Ponk - set DPS 26 oba od výrobce Jast.

### Dílenský stůl - DPS 01A

Pracovní deska je z bukové spárovky tloušťky 40 mm a nosnost stolu je až 500 kg. Rám stolu je z ocelových profilů. Pracovní stůl je možno doplnit o podvěsné zásuvky.

Pro potřeby navrhované kompozitní dílny bude potřeba šesti kusů těchto stůlů.



Obr. 8: Dílenský stůl - DPS 01A

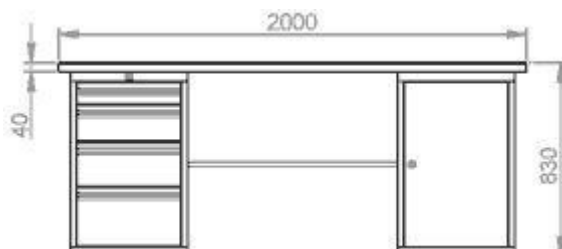
### Dílenský stůl - DPS 01A

Parametry:	
Šířka:	1500 mm
Hloubka:	750 mm
Výška:	850 mm
Cena:	4 805 Kč

### Ponk - set DPS 26

Pracovní stůl se dvěma kontejnery. Pracovní deska z bukové spárovky o rozměru 40x2000x750 mm, 1x kontejner (zásuvky 1x 90, 1x150, 1x180, 1x 240 mm) 1x kontejner (dvířka 2 x police).

Pro potřeby navrhované kompozitní dílny bylo rozhodnuto o nákupu tří kusů.



Obr. 9: Ponk - set DPS 26

### Ponk - set DPS 26

Parametry:	
Šířka:	2000 mm
Hloubka:	750 mm
Výška:	850 mm
Cena:	15 730 Kč

### Skříň na dokumentaci

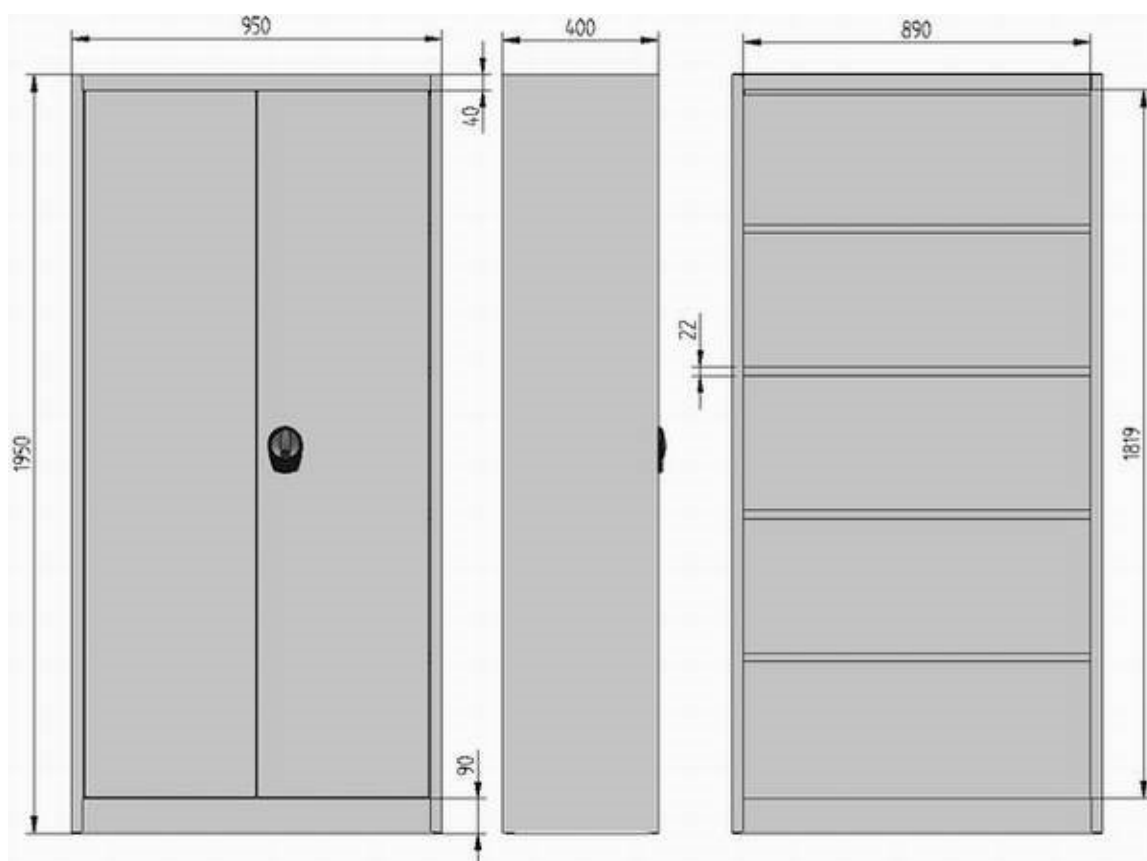
Skříň na dokumentaci by měla být uzavíratelná a s policemi vysoké nosnosti, neboť spisy mají velkou hmotnost. Zvolena byla spisová policová skříň s dvoukřídlovými dveřmi, 4x police s plošnou nosností 60 kg. Jejich spodní část je uzpůsobena pro zavěšení pořadačů formátu A4. Nosnost korpusu 300 kg.

Tento typ skříně je vhodný i na uskladnění spotřebního materiálu a náradí. Proto budou zakoupeny celkem 4 kusy, dva na dokumentaci a dva na spotřební materiál.

Spisová policová skříň s dvoukřídlymi dveřmi, 4x police s plošnou nosností 60 kg. Jejich spodní část je uzpůsobena pro zavěšení pořadačů formátu A4. Nosnost korpusu 300 kg.

#### **Skříň na dokumentaci**

<b>Parametry:</b>	
Výška:	1950 mm
Šířka:	950 mm
Hloubka:	400 mm
Cena:	4 538 Kč



*Obr. 10: Skříň na dokumentaci*

#### **Skříně na chemikálie**

Tyto skříně jsou určeny pro uskladnění chemikálií, zdraví škodlivých a jedovatých látek, jako jsou například lepidla, do těchto skupin patří také barvy. Skříně slouží za účelem ochrany proti případnému úniku. Konstrukce takové skříně je provedena

jako pevný svařenec opatřený uzamykatelnými dveřmi s větracími otvory. Skříně jsou osazeny policemi, které tvoří záchytné vany o objemu několik litrů. Tyto záchytné vany obsahují na horní straně propustný rošt a to z důvodu aby v případě úniku nebyl zmenšen záchytný objem o objem částí ponořených obalů. Jako konkrétní skříň pro zamýšlenou dílnu byla zvolena

### ***Kovová skříň na chemikálie KS/CH01/A3***

Je to uzamykatelná skříň na chemikálie s křídlovými perforovanými dveřmi obsahující pět záchytných polic/van o objemu 15 l a nosnosti 60 kg vybavených perforovanými vložkami maximalizujícími záchytný objem.

Pro zamýšlené pracoviště budou zakoupeny dva kusy.

### **Kovová skříň na chemikálie KS/CH01/A3**

<b>Skříň na chemii - parametry:</b>	
Šířka:	92 cm
Hloubka:	40 cm
Výška:	195 cm
Cena:	8 107 Kč



*Obr. 11: Kovová skříň na chemikálie KS/CH01/A3*

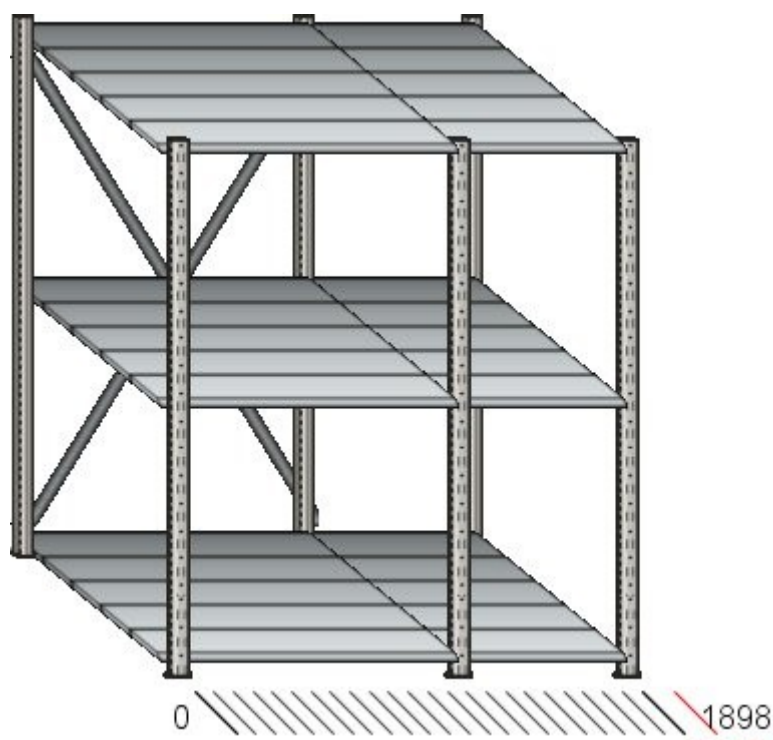
## Regály

Regály jsou systém polic a sloupů sloužících ke skladování. V případě navrhované dílny jsou zamýšleny dvě velikosti regálů, přičemž do regálů s velkou plochou polic budou do jednoho uskladněny díly na opravu a do druhého díly po opravě. V regálech s menší plochou polic bude skladován spotřební materiál a ochranné pomůcky.

Jako regál pro skladování dílů na opravu/po opravě byl zvolen policový regál PRATIC, tyto regály budou zakoupeny dva.

### Policový regál PRATIC

Parametry:	
Výška:	2500 mm
Šířka:	1898 mm
Hloubka:	1000 mm
Cena:	6 085 Kč



Obr. 12: Policový regál PRATIC

Jako regál pro skladování spotřebního materiálu a ochranných pomůcek byl zvolen Regál policový přístavný. Zakoupeny budou dva kusy tohoto regálu.



Obr. 13: Regál policový přístavný

### Regál policový přístavný

#### Parametry:

Výška: 1972 mm

Šířka: 1200 mm

Hloubka: 600 mm

Cena: 2 275 Kč

### Mrazák

Vzhledem k faktu, že mnohý materiál se musí skladovat při nízkých teplotách, a to zejména prepregy a některá lepidla, musí být kompozitní dílna vybavena mrazákem a lednicí.

Mrazák musí být prostorný, protože prepregy se dodávají v rolích dlouhých až 1,5 metru, proto je vhodné pořídit mrazák pultový, který umožní skladování i takto rozměrných předmětů.

Jako konkrétní mrazák byl zvolen **Pultový mrazák Liebherr GT 6122**, zejména pro jeho rozměry odpovídající požadavkům a pro možnost zavěsit na horní okraj koše na drobný materiál a tím zvýšit přehlednost skladování. Výhodou je také vysoká tepelná kapacita tohoto mrazáku, která při výpadku proudu zajistí ochranu až 76 hodin.



*Obr. 14: Pultový mrazák Liebherr GT 6122*

#### **Pultový mrazák Leibherr GT 6122**

<b>Parametry:</b>	
Výška:	917 mm
Šírka:	1644 mm
Hĺoubka:	807 mm
Hlučnosť:	38 dB
Doba skladování při výpadku proudu:	76 h
Čistý obsah mrazáku:	572 l
Počet kompresorů:	1
Zmrazovací kapacita za 24 h:	33 kg
Cena:	25 999 Kč vč. DPH

#### **Lednice**

Lednice je vhodná zejména pro skladování většiny lepidel a některých barev, které nevyžadují hluboké zmražení, ale z hlediska životnosti je nutné je skladovat při teplotách okolo +5 stupňů celsia.

Takováto lednice je vhodná policová, protože většina lepidel, která v ní budou skladována, jsou v menších baleních (plechovky, lahve, ...)



**Jako konkrétní lednice byla zvolena lednice Liebherr KB 4350.**

#### **Lednice Liebherr KB 4350**

<b>Parametry:</b>	
Výška:	1800 mm
Šířka:	600 mm
Hloubka:	665 mm
Hlučnost:	37 dB
Čistý obsah lednice:	367 l
Počet kompresorů:	1
Cena:	40 999 Kč vč. DPH

#### **Stojan se stanem na tkaniny**

Odvíjecí stojan na tkaniny spolu se stanem proti prašnosti zajišťují snadný přístup ke tkaninám, snadné odvíjení, dobré skladování a přehlednost.

Stojan bude vyroben jako rám s obdélníkovou podstavou a stěnami ve tvaru pravoúhlých trojúhelníků, na jejichž přeponách budou umístěny tyče na upevnění rolí tkanin. Stan se bude skládat z kovové konstrukce potažené plachtou se zapínáním na suchý zip.

Stojan i stan budou vyrobeny na zakázku a odhadovaná cena činí 30 000 Kč.



*Obr. 15: Otevřený stan – pohled dovnitř*



*Obr. 16: Uzavřený stan*

#### **2.2.5.1 Vzduchové nářadí**

Používání nářadí na stlačený vzduch má několik velkých výhod, a proto je jeho užití v kompozitní dílně a celkově v letecké údržbě vhodné.

První výhodou je nižší hmotnost takového nářadí například oproti elektrickému, proto s ním lze pracovat delší čas bez únavy.

Další velkou výhodou nářadí pracujícího na stlačený vzduch je, že jeho provozem nevzniká elektrické jiskření, což je vzhledem ke skutečnosti, že se v kompozitní dílně a letecké údržbě celkově pracuje s hořlavými materiály, výhodné.

Je třeba rovněž zdůraznit, že vzduchové rotační nářadí má oproti elektrickému nářadí podstatně vyšší otáčky a nižší krouticí moment, což napomáhá minimalizovat riziko vzniku delaminace při samotném obrábění.

Vysokorychlostní obrábění se od klasického obrábění liší především v obráběcích rychlostech, které jsou 5 až 10 násobné. K těmto metodám patří také vysokorychlostní řezání a obrábění s velkými objemy úběru. V kombinaci s vhodnými nástroji lze vysokorychlostním obráběním dosáhnout významného snížení výrobních časů, nákladů a síly řezání. Další předností je lepší odvod třísek. Díky vysokým obráběcím rychlostem se teplota třísky při samotném procesu blíží tavné teplotě obráběného materiálu, což vede k jejímu změknutí a tím i k poklesu celkového řezného odporu. Zrychlí se tím také odchod třísky z kontaktní zóny, tím se minimalizuje převod tepla do obrobku i nástroje a zvyšuje se přesnost celého procesu.

Hlavní výhody vysokorychlostního obrábění:

- zkrácení výrobních časů,
- úbytek síly řezání,
- lepší odvod tepla při obráběcím procesu,
- vyšší kvalita povrchu,
- vyšší rozměrová přesnost.

### **Nářadí na stlačený vzduch**

- úhlové brusky,
- oscilační brusky (excentry, žehlička),
- ofukovací pistole,
- stříkací pistole,
- vzduchová vrtačka,
- hadice, prodlužovací hadice,

Nářadí bude doplněno i vhodným kompresorem dle spotřeby energie a počtu současně používaného nářadí.

## **KONKRÉTNÍ PŘÍKLADY VZDUCHOVÉHO NÁŘADÍ**

### **Úhlové brusky**

Úhlová bruska je jeden z nejdůležitějších nástrojů v kompozitní dílně, neboť nachází využití při většině brousících operací, jako je zejména odbrušování poškozených částí kompozitu.

Mezi její největší přednosti patří vysoké otáčky a z toho vyplývající vysoká řezná rychlost, která minimalizuje riziko vzniku delaminace při vlastním obrábění.

Další podstatnou výhodou jsou relativně malé průměry brusných kotoučků, které zajistí možnost broušení v těžko dostupných místech.

Jako příklad byla zvolena Bruska úhlová vzduchová VOREL-81110 86l/min, zejména pro své dobré parametry a příznivou cenu.

Tento nástroj je velice často používaný, proto by měl být nakoupen dostatečný počet kusů, aby každý pracovník kompozitní dílny mohl používat svou brusku.



Obr. 17: Bruska úhlová vzduchová VOREL-81110 86 l/min

#### **Bruska úhlová vzduchová VOREL-81110 86 l/min**

EAN:	5906083811104
Palců:	1/4 "
Průtok (l / min):	86
Otáčky (min-1):	20000
Napojení - Rychlospojka:	1/4"
Cenové rozpětí:	876 Kč až 1 183 Kč vč. DPH

#### **Excentrická (oscilační) bruska**

Excentrická bruska je v kompozitní dílně často používaným nástrojem, neboť se využívá při většině brousících operací, kde se brousí větší plochy a je třeba dodržet rovinnost broušeného povrchu.

Jako konkrétní nástroj byla zvolena Pneumatická excentrická bruska Festool LEX 3 150/7 a to zejména díky jejím vynikajícím parametrům, vysoké životnosti a odolnosti.

Jedná se o často používaný a vytížený nástroj, proto by pro každého pracovníka měla být určena vlastní bruska.



Obr.18: Pneumatická excentrická bruska Festool LEX 3 150/7

### **Pneumatická excentrická bruska Festool LEX 3 150/7**

#### **Technické údaje:**

Provozní tlak (plynulý tlak):	6 bar
Pracovní zdvihy:	19000 min <sup>-1</sup>
Počet otáček - excentrický pohyb:	10000 min <sup>-1</sup>
Brusný zdvih:	7 mm
Spotřeba vzduchu při jmenovité zátěži:	310 l/min
Hladina akustického tlaku:	76 dB (A)
Brusný talíř Ø:	150 mm
Hmotnost:	1,0 kg
Cena:	15 083 Kč vč. DPH

### **Pneumatická vzduchová delta bruska s trojúhelníkovou brusnou deskou**

Jedná se o formu oscilační brusky, která se používá zejména na broušení v rozích a v místech, kde se s excentrickou bruskou nedá dostat, a přesto se požaduje rovinnost broušeného povrchu. Tento typ brusky nebývá příliš často využíván, postačí dva kusy na dílnu.

Za příklad byla zvolena Pneumatická vibrační delta bruska Aircraft DS.



*Obr. 19: Pneumatická vibrační delta bruska Aircraft DS*

### **Pneumatická vibrační delta bruska Aircraft DS**

Hmotnost:	0,8 kg
Spotřeba vzduchu:	480 l/min
Délka plochy rovinného broušení:	95 mm
Distribuce:	CZ
Max. provozní tlak:	6,3 bar
Otáčky pneumatické brusky:	11000/min
Šířka plochy rovinného broušení:	70 mm
Typ pneumatické brusky:	vibrační
Model:	Aircraft DS
Cena:	5 917,- Kč vč. DPH

### Ofukovací pistole

Ofukovací pistole slouží k ofoukání dílu od prachu po broušení.

Jako příklad byla zvolena Ofukovací pistole BP PRO.



*Obr. 20: Ofukovací pistole BP PRO*

#### Ofukovací pistole BP PRO

Výrobce:	AIRCRAFT
Cena:	253 Kč/kus vč. DPH

### Stříkácí pistole

Stříkácí pistole se využívá k opravám laku na opravovaných kompozitních dílech.

Nejedná se o příliš využívaný nástroj, neboť mnohé věci se pouze natírají štětcem či válečkem, proto i vzhledem k vyšší ceně bude dostačující vybavit dílnu jedním kusem.

Jako konkrétní nástroj byla zvolena SATA jet 5000 B HVLP 1,5 RPS, a to zejména díky její ergonomii a vysoké přenosové funkci barvy, což mimo samotnou úsporu barvy znamená menší tvorbu prachu.



Obr. 21: SATA jet 5000 B HVLP 1,5 RPS

### **SATA jet 5000 B HVLP 1,5 RPS**

Cenové rozpětí:	15 592,08 až 16 499,56 Kč vč. DPH
-----------------	-----------------------------------

### **Vzduchová vrtačka**

Vzduchová vrtačka je nářadí vhodné pro vrtání kompozitů, je ale možné do ní upnout i brusný nástroj, jako je například fréza, i když k tomu by byla vhodnější úhlová bruska.

Jako konkrétní nástroj byla zvolena Vrtačka KOBE pneu. DP2610.



Obr. 22: Vrtačka KOBE pneu. DP2610

### **Vrtačka KOBE pneu. DP2610**

Pracovní tlak:	[bar]	6,3
Spotřeba vzduchu:	[l/min]	144
Sklíčidlo:	[mm]	10
Přípoj:		1/4"
Celková délka:	[mm]	180
Hladina hluku:	[dB]	87
Akustický výkon:	[dB]	103
Vibrace:	[m/s]	2,5
Cena:		5 119 Kč

## Kompresor

Kompresor zajišťuje dostatečné množství stlačeného vzduchu pro kompozitní dílnu.

Jelikož je většina zařízení provozována na stlačený vzduch, kompresor se stává jedním z nejdůležitějších strojů dílny.

Po pečlivé úvaze nad maximálním uvažovaným počtem současně spuštěných vzduchových nástrojů – uvažujeme maximálně 4 a z toho alespoň jednu úhlovou brusku – a jejich maximálních spotřebách vzduchu, byl zvolen kompresor odpovídajících parametrů.

### Kompresor Orlík SKS 51/500



*Obr. 23: Kompresor Orlík*

### **Kompresor Orlík - 7,5 kW, 500 l nádoba, 850 l/min, 10 Bar**

Cena:	78 517 Kč vč. DPH
-------	-------------------



#### **2.2.5.2     *Elektrické nářadí***

- ANITA,
- vývěva,
- infra lampy,
- aku vrtačka,
- leštička,
- přímočará pila,
- mobilní odsávací systém,
- vysavač,
- horkovzdušná pistole,
- digitální teploměr,
- prodlužovačky.

### **KONKRÉTNÍ PŘÍKLADY ELEKTRICKÉHO NÁŘADÍ**

#### **ANITA**

Tato lepicí konzole je sofistikovaný nástroj pro pokročilé lepicí práce, u kterých je potřeba sledovat a řídit teplotu, její náběh a vychladnutí, sledovat a vytvářet vakuum a v neposlední řadě o tomto všem pořídit záznam. Zařízení ANITA se vyrábí v několika modifikacích a úpravách, přičemž pro potřeby navrhované dílny údržby byly zvoleny níže uvedené dva typy:

- ANITA BONDING CONSOLE NG9201
- ANITA BONDING CONSOLE OTHE04

Následuje popis zvolených typů lepicí konzole Anita:

#### **ANITA BONDING CONSOLE NG9201**

Jedná se o zcela základní model zařízení, umožňující většinu běžných prací v údržbě.

- možnost připojení jedné vyhřívací dečky (oproti staršímu modelu může být tato dečka dvouzónová),
- zabudovaná vývěva,
- možnost připojení až 6 teplotních čidel (z nichž jedno musí být řídicí),
- vhodná pro záplaty do průměru 600 mm,
- oproti staršímu modelu má tato ANITA i možnost řídit infračervenou lampu.



*Obr. 24: Zavřená ANITA BONDING CONSOLE NG9201*



*Obr. 25: Otevřená ANITA BONDING CONSOLE NG9201*



*Obr. 26: Kufřík s příslušenstvím*

#### **ANITA BONDING CONSOLE NG9201**

##### **Parametry:**

Rozměry:	308 x 206 x 206 mm
Hmotnost:	13 Lb.- 6 Kg
Napájení:	220 nebo 120V AC,
Výkony výhřevu:	30A při 220V =
Napětí:	6000 W nebo 30A při 120V = 3600W
Podtlak:	-0.87 bar (27 in Hg)
Cena:	500 000 Kč

##### **Příslušenství:**

- napájecí kabel (délka 5m),
- dva kusy kabelu pro napájení vyhřívacích deček (3m),
- dva kusy vakuovacích silikonových hadic (jedna pro vakuování, druhá pro měření podtlaku, obě v délce 3m),
- šest kusů teplotních čidel (odporových drátů) o délce 3m,
- pásky na tisk,
- kabel pro propojení s PC,
- návod k použití,
- nasávací hubice.

## ANITA BONDING CONSOLE OTHE04

Jedná se o model navržený pro práci v nebezpečném prostředí (například v blízkosti palivových nádrží). Zařízení musí být trvale přetlakováno přívodem stlačeného vzduchu, vyhodnocuje výbušnost prostředí a elektrické napájení. Je řízeno tak aby bylo zabráněno vzniku elektrického oblouku – jiskření.



*Obr. 27: ANITA BONDING CONSOLE OTHE04*



*Obr. 28: ANITA BONDING CONSOLE OTHE04 - otevřený kufřík*

Bezpečnostní rysy:

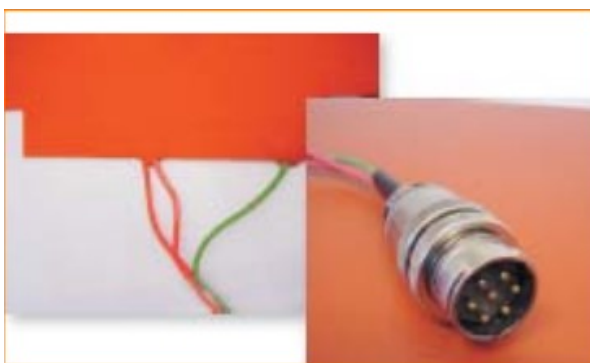
- Přetlakování - přetlak zajišťuje zabránění vzniku potenciálně výbušných par do zařízení.
- Automatické vypnutí při ztrátě přetlaku.
- Chráněné a těsněné spoje kabelů tak aby nemohlo dojít k jiskření.
- Automatické vypnutí při zjištění poškození dečky.
- Tlačítko pro nouzové vypnutí.



Obr. 29: Detail konektorů s ochranou proti jiskření



Obr. 30: Tlačítko pro nouzové vypnutí



Obr. 31: Detail konektoru vyhřívací dečky s ochranou proti jiskření

#### Základní charakteristika:

- možnost připojení až 12 teploměrů,
- řízení teploty pomocí dvou řídicích teploměrů pro dvouzónovou dečku,
- zabudovaná vývěva.

#### ANITA BONDING CONSOLE OTHE04

Parametry:	
Rozměry:	308 x 206 x 206 mm
Hmotnost:	9 kg
Barvy konzoly:	žlutá
Napájení:	220V AC, nebo 120V AC
Výkony výhřevu:	30A při 220V = 6000 W nebo 30A při 120V = 3600W
Cena:	750 000 Kč

#### Příslušenství:

- napájecí kabel (délka 5m),
- dva kusy kabelu pro napájení vyhřívacích deček (3m),
- dva kusy vakuovacích silikonových hadic (jedna pro vakuování, druhá pro měření podtlaku, obě v délce 3m),
- šest kusů teplotních čidel (odporových drátů) o délce 3m,
- pásky na tisk,
- kabel pro propojení s PC,
- návod k použití,
- nasávací hubice.



Obr. 32: ANITA s příslušenstvím



Pro navrhovanou dílnu bylo rozhodnuto o nákupu čtyř kusů ANITA BONDING CONSOLE NG9201 (černá) pro běžné práce, kterých je většina, a jednoho kusu ANITA BONDING CONSOLE OTHE04 (žlutá) pro možnost práce v rizikovém prostředí.

Cena černé ANITY se pohybuje okolo 500 000 Kč a žluté okolo 750 000 Kč.



*Obr. 33: Různé typy a velikosti vyhřívacích deček pro ANITU*



*Obr. 34: Teploměry pro ANITU*

## Vývěva

Vývěva je zařízení na vytváření podtlaku odčerpáním vzduchu. Používá se při vakuování v případech, kdy není vhodné nebo není možné vakuovat pomocí Anity.

Těmito případy jsou například nedokonale utěsněný anebo příliš objemný bag, neboť Anita má malý průtok odčerpávaného vzduchu (okolo 5 litrů/1min). Nebo, v případě lepení, kdy není nezbytné použít Anitu, která by byla zbytečně blokována pro jiné využití. Typickým příkladem takového případu je lepení rap stripů sealantem tuhnoucím při pokojové teplotě a poměrně dlouhou dobu.

Do navrhované dílny bude zakoupeno pět kusů dvoustupňové vývěvy WIGAM RS3D.



Obr. 35: Vývěva WIGAM RS3D

### VÝVĚVA WIGAM RS3D

Parametry:	
Průtok:	46 l/min
Mezní vakuum:	10 mbar
Cena:	27 150 Kč



## **Mobilní odsávací systém**

Mobilní odsávací jednotky jsou vhodné zejména pro práci přímo na letounu, kde je potřeba zajistit odsávání prachu a výparů, ale je možné je použít i v dílně. Přesto, že jsou tyto mobilní odsávací jednotky určeny zejména pro odsávání svařovacích plynů a výparů, výborně se hodí pro odsávání výparů a prachu v kompozitní dílně letecké údržby a v mnoha údržbových organizacích jsou k tomuto účelu dlouhodobě využívány.

Jako konkrétní mobilní odsávací jednotka byl zvolen Filter Cart od výrobce Nederman. Tato jednotka se vyrábí ve třech modifikacích dle potřeby jejího využití:

### **FilterCart Original**

FilterCart je zařízení pro mobilní odsávání svařovacích dýmů. V odsávacím ramenu je vybaven svítlnou, což zpříjemňuje a zkvalitňuje prováděnou práci. Standardně se dodává s dvou nebo třímetrovým odsávacím ramenem.

#### **Specifikace jednotky FilterCart Original**

- Průtok odsávacím ramenem: 750 - 1050 m<sup>3</sup>/h
- Hmotnost: 71 - 73 kg
- Hlučnost: 73 dB
- Účinnost filtrace - hlavní filtr >99 %, HEPA filtr >99,97 %
- Filtrační plocha - hlavní filtr 35 m<sup>2</sup>, HEPA filtr 7,5 m<sup>2</sup>

### **FilterCart W3**

FilterCart W3 je verze, která je vybavena mnoha bezpečnostními prvky, jako je například senzor zanesení filtru.

#### **Specifikace jednotky FilterCart W3**

- Průtok odsávacím ramenem: 600 - 1050 m<sup>3</sup>/h
- Hmotnost: 73 kg
- Průměr ramene: 160 mm
- Hlučnost: 73 dB
- Účinnost filtrace - hlavní filtr >99 %, HEPA filtr >99,95 %, H13
- Filtrační plocha - hlavní filtr 35 m<sup>2</sup>, HEPA filtr 7,5 m<sup>2</sup>
- Snímač zanesení filtru.

## FilterCart Carbon

FilterCart Carbon je mobilní jednotka speciálně navržená pro odsávání výparů a filtraci pachu. Typické aplikace jsou práce s lepidly a rozpouštědly a dalšími nebezpečnými těkavými látkami.

### Specifikace pro FilterCart Carbon

- Průtok odsávacím ramenem: 750 - 900 m<sup>3</sup>/h
- Hmotnost: 86 kg
- Průměr ramene: 160 mm
- Hlučnost: 73 dB
- Účinnost filtrace: hlavní filtr - závisí na typu látky, HEPA filter >99,97 %
- Filtrační plocha: hlavní filtr 20 kg aktivního uhlí - HEPA filter 7,5 m<sup>2</sup>

Vzhledem k výše zmíněným specifikacím byly pro navrhovanou kompozitní dílnu vybrány dva kusy jednotky FilterCart Carbon, a to zejména pro její schopnost odfiltrování výparů z rozpouštědel, a jeden kus jednotky FilterCart Originál, a to zejména na odsávání prachu při broušení, neboť dosahuje vyššího průtoku filtrovaného vzduchu.

Cena jednotky FilterCart Carbon se pohybuje okolo 70 000 Kč a cena jednotky FilterCart Originál je zhruba 55 000 Kč.



Obr. 36: Mobilní odsávací jednotky filtercart

## **Infra lampa**

Infra lampa slouží k nahřívání a vytvrzování opravovaných dílů, její výhodou oproti dečkám je větší teplotně zasažená oblast. Urychluje vytvrzování lepidel i barev.

Konkrétní zvolenou lampou je Heat Lamp Infra Red 230V/1HP a Dryer Infrd od společnosti Trisk.

### **Heat Lamp Infra Red 230V/1HP**

Lampa je na pojízdném podstavci usnadňujícím přesuny po dílně, dále je vybavena nastavitelným stojanem s ramenem, které umožňuje dobré zacílení nahřívané oblastmi bez velké námahy personálu. Umožňuje také nastavení času svícení od 0 do 99 minut a výběr z režimu svícení a blikání.

Světelná část se skládá ze tří samostatných zdrojů infračerveného světla strategicky rozmístěných v parabole, čímž je zaručeno stejnoměrné zahřívání ohřívané oblasti.

Lampa bude zakoupena v počtu jednoho kusu, který stojí 7 718 dolarů = 182 144 Kč.



*Obr. 37 : Heat Lamp Infra Red 230V/1HP*

### **Dryer Infrd 230V/3kW**

Menší a zároveň výkonnější lampa umístěná na pojízdném podstavci umožňujícím dobrou manipulaci po dílně.

Světelná část se skládá ze dvou samostatných parabol s jedním tepelným zářičem uvnitř.

Jelikož má tato lampa menší osvětlenou plochu současně s vyšším výkonem, hodí se k vytvrzování menších a středních oprav potřebujících vysokou teplotu. Plánovaný je nákup dvou kusů této lampy za cenu 5 322 dolarů = 125 600 Kč.



*Obr. 38: Dryer Infrd 230V/3kW*

### **Váha**

Přesná váha se využívá k dodržení hmotnostních poměrů při míchání lepidel, pryskyřic a některých druhů barev. Čím menší množství lepidla se připravuje, tím přesnější váha musí být.

Pro účely navrhované dílny budou zakoupeny dva kusy Laboratorní analytické váhy BSM-5.200g/0,01g. Je to velmi přesná laboratorní analytická váha s váživostí 5200 g, s dílkem 0,01g, s podsvíceným LCD displejem a s možností závěsného vážení.

## Charakteristika:

### Laboratorní analytické váhy BSM-5.200g/0,01g

Parametry:	
Váživost/dílek:	5200 g/0,01 g
Displej:	podsvícený LCD, výška číslic 19 mm
Funkce:	vážení, počítání kusů, vážení v %, TARA (odečet hmotnosti obalu), vnější kalibrace, možnost přepínání vážících jednotek (g, oz, ct, lb)
Rozměr vážící plošky:	180 x 180 mm
Provedení vážící plošky:	nerez
Provedení těla váhy:	plast
Rozměr váhy:	210 x 280 x 80mm
Prostředí:	suché
Provozní teplota:	+15°C ~ +35°C
Komunikace:	RS-232 pro připojení PC, tiskárny
Napájení:	adaptér 230V/12V DC
Výrobce:	Sywa
Cena:	19 239 Kč vč. DPH



Obr. 39: Laboratorní analytická váha BSM-5.200g/0,01g

## Teploměr digitální



Obr. 40: C0321 Comet teploměr dvoukanálový termočlánekový

Laboratorní termočlánekový teploměr je vhodný pro měření teploty u oprav, kde není potřeba, nebo není vhodné využívat Anitu, a kde stačí pouze omezený počet teplotních čidel. Jako konkrétní teploměr byl zvolen **C0321 Comet teploměr dvoukanálový termočlánekový**.

Pro navrhované pracoviště budou zakoupeny čtyři kusy.

### **C0321 Comet teploměr dvoukanálový termočlánekový**

#### **Parametry:**

Rozsah měření:	-200 až 1700°C
Rozsah provozní teploty:	-10 až 60°C
Rozměry:	141 x 71 x 27 mm
Hmotnost:	cca 150 g
Napájení:	baterie 9 V
Cena:	4 344 Kč vč. DPH

### 2.2.5.3 *Spotřební materiál*

- respirátory,
- chemické masky,
- zalamovací nože,
- sítko na barvu,
- různé druhy kelímků pro míchání barev a lepidel,
- míchátko,
- hadry,
- smirkové papíry (na ruční broušení i do brusek),
- kotouče do úhlovek (scotchové i smirkové),
- papírové maskovací pásy,
- hliníkové pásy tzv. highspeed,
- vysokým teplotám odolná teflonová páska,
- vakuovací páska,
- strhávací tkanina,
- odsávací vatelín,
- vakuovací folie,
- frézy, vrtáky SPF,
- rukavice,
- scotch v aršících na broušení,
- leštící kotouče a leštící pasty k leštičce,
- lakýrnický nebo maskovací papír,
- antistatické utěrky,
- ochranný oblek,
- fixy na popisování,
- štětce, štětečky,
- ochranné brýle,
- váleček lakovací malý.

#### **2.2.5.4    *Ostatní***

- přesné kalibrované váhy, ideálně digitální,
- nůžky - speciální na karbony,
- nůžky na klasický papír,
- jemné nůžky na plech (použití na stříhání kompozitních materiálů dodávaných v rolích nebo v arších - cargoliningy na Boeing B737 NG nebo popř. stratiglass),
- pravítka, kružítko, pravoúhelníky,
- svorky stolařské,
- špachtle, stěrky, škrabky,
- váleček.

#### **2.2.6    Archivace dokumentace**

- plechová protipožární skříň,
- výpočetní technika - archivace dat na serveru.

#### **2.2.7    Další požadavky**

vybavení pro možné provádění oprav kompozitů přímo na letadle:

- plošiny,
- žebřík,
- osvětlení.



### 3 SHRUTÍ - NÁVRH OPTIMÁLNÍCH DISPOZIC A VYBAVENÍ KOMPOZITOVÉ DÍLNY

#### 3.1 NÁVRH DÍLNY

Kompozitní dílna je navržena jako čtyři propojené místnosti. Těmito místnostmi jsou sklad, brusírna, kompresorovna a lepicí dílna. Prostory jsou od sebe odděleny z důvodu pořádku, přehlednosti a čistoty na pracovišti.

##### Lepicí dílna

Lepicí dílna, umístěná v centru kompozitního pracoviště, bude sloužit pro provádění nejjednodušších úkonů při opravách kompozitů, jako je lepení, vyplňování, vakuování.

Lepicí dílna musí být vybavena stoly, skříněmi na dokumentaci, stojanem na papír, infralampou, mobilní odsávací jednotkou, kontejnery na odpad a umývadlem.

Pracovní plocha:

Pracovní plocha – je jednou z nejdůležitějších částí celé dílny. Na této ploše budou probíhat veškeré manuální práce, a proto je třeba zajistit, aby byla co největší. Pro navrhovanou dílnu je optimální trojice totožných stolů sestavených v jednu velkou pracovní plochu. Toto řešení má oproti řešení s jedním velkým stolem tu výhodu, že v případě oprav velkých dílů, jako je například fancowl, nebo klapka, je možno změnit rozmístění jednotlivých stolů z důvodu lepšího přístupu k vykonávané práci. Se shodnou filozofií jsou voleny i stoly umístěné v brusírně.

Rozměry stolů (mm):

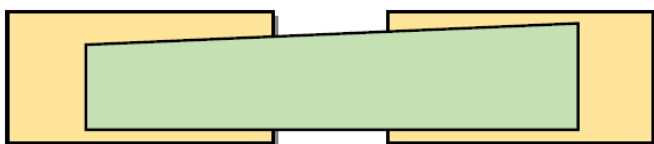
Délka – 1500

Výška – 850

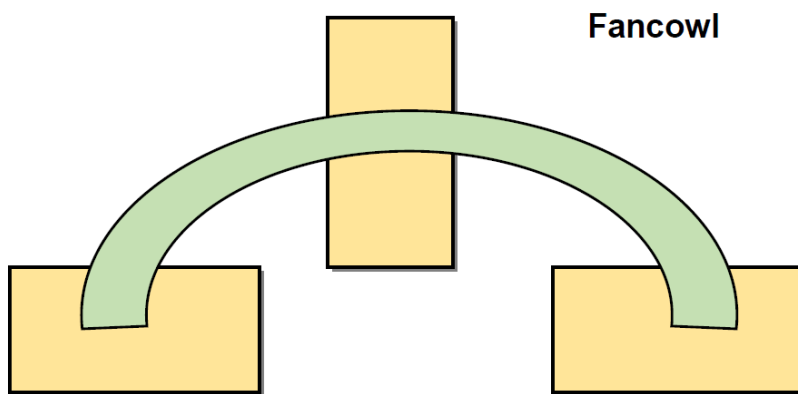
Hloubka – 750

Návrhy možného přemístění stolů pro atypické díly:

##### Klapka



Obr. 41: Možné umístění stolů při opravách - verze 1



*Obr. 42: Možné umístění stolů při opravách - verze 2*

### **Sklad:**

Sklad slouží k uskladnění materiálu, nářadí a dílů určených na opravu. Tyto věci musí být přehledně uloženy na místech k tomu určených.

Sklad musí být vybaven: skříněmi na chemii, regály, lednicí, mrazákem, skříněmi na spotřební materiál a nářadí, a stojanem na tkaniny zastřešeným stanem pro uchování bezprašného prostředí.

### **Brusírna:**

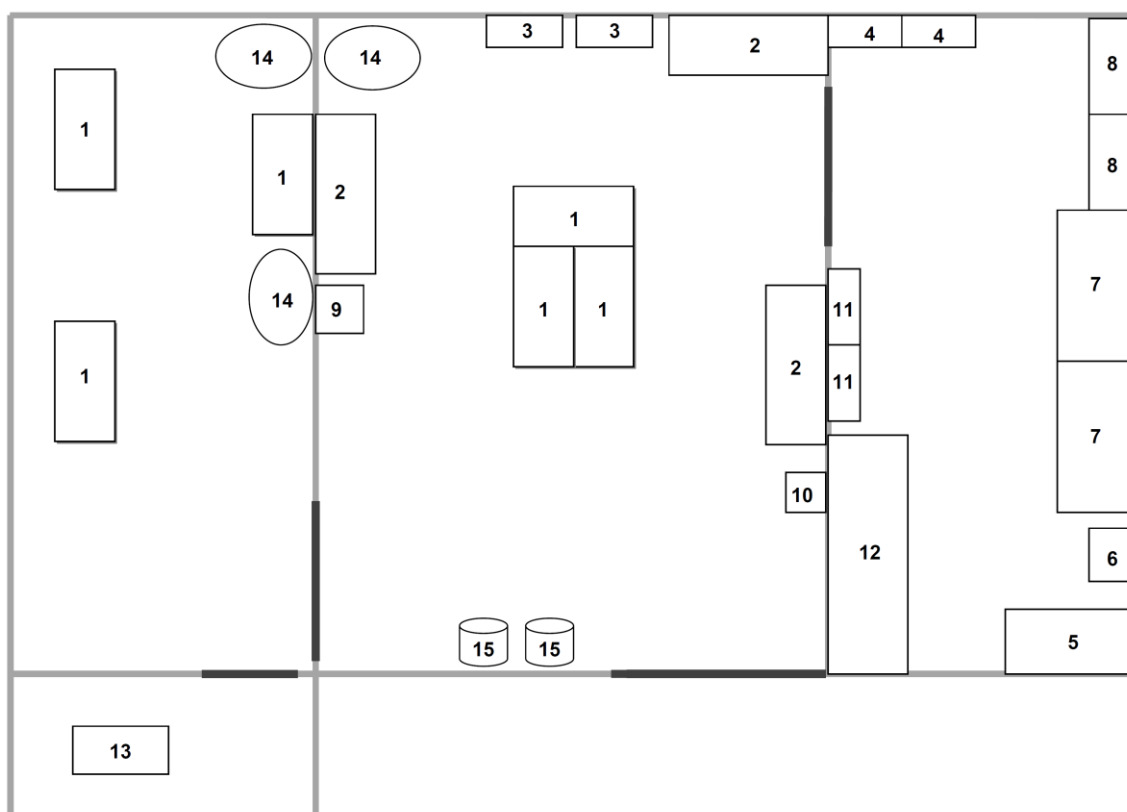
Brusírna je místnost zřízená z důvodu zvýšení ochrany proti prašnosti v lepicí dílně.

Vybavení se skládá ze tří stolů, které lze libovolně přemísťovat při potřebě broušení velkých dílů, které se na jeden stůl nevejdou. Dále budou v brusírně umístěny dvě mobilní filtrační jednotky. Brusírnu je nutno vybavit dostatečným počtem připojení pro stlačený vzduch.

### **Kompresorovna:**

Kompresorovna je malá místnost, ve které musí být umístěn kompresor z důvodu odhlučnění zbytku dílny, neboť kompresor svým provozem vytváří značný hluk, což by se mohlo dlouhodobě podepsat na zdraví zaměstnanců i na jejich pracovních výkonech.

## Návrh rozmístění nezbytného vybavení v kompozitové dílně



Obr. 43: Návrh rozmístění nezbytného vybavení v kompozitovém pracovišti v letecké údržbě

### Legenda:

- 1 Dilenský stůl DPS 01A
- 2 Ponk - set DPS 26
- 3 Skříň na dokumentaci
- 4 Kovová skříň na chemikálie KS/CH01/A3
- 5 Pultový mrazák Liebherr GT 6122
- 6 Lednice Liebherr KB 4350
- 7 Policový regál Practic
- 8 Regál policový přistavný
- 9 Heat Lamp Infra Red 230v/1HP
- 10 Stojan na roli maskovacího papíru
- 11 Skříň na spotřební materiál a nářadí
- 12 Stan se stojanem na tkaniny
- 13 Kompresor Orlík SKS 51/500
- 14 Mobilní odsávací systém FilterCart
- 15 Kontejner na odpady

## 3.2 PŘEHLED ZÁKLADNÍHO VYBAVENÍ DÍLNY VČETNĚ CENOVÉ KALKULACE

### Cenová kalkulace základního vybavení kompozitové dílny

Ceny jsou uvedeny v Kč včetně DPH 21 %

Druh	Model	Cena	Počet ks	Celkem
<b>VYBAVENÍ MÍSTNOSTI</b>				<b>239 718</b>
Stoly (ponky)	Díleňský stůl - DPS 01A	4 805	6	28 830
	Ponk - set DPS 26	15 730	3	47 190
Židle	cena odhadem	5 000	2 *)	10 000
Skříně	Skříně na dokumentaci a spotřební materiál	4 538	4	18 152
	Kovová skříně na chemikálie KS/CH01/A3	8 107	2	16 214
Regály	Policový regál PRACTIC	6 085	2	12 170
	Regál policový přístavný	2 275	2	4 550
Police nebo regál pro skladování voštin	Nutno vyrobit na zakázku, cena odhadem	10 000	1	10 000
Organizér - skříňka na drobný materiál	Cena odhadem	1 500	1	1 500
Lednice a mrazák (průmyslové)	Pultový mrazák Liebherr GT 6122	25 999	1	25 999
	Lednice Liebherr KB 4350	40 999	1	40 999
Stan se stojanem na tkaniny	cena odhadem	20 000	1	20 000
Stojan na roli maskovacího papíru	Mipa odvíječ zakrývacích papírů Incline, pojízdný šikmý na 3 role	4 114	1	4 114
<b>NÁŘADÍ NA STLAČENÝ VZDUCH</b>				<b>129 077</b>
Úhlové brusky	Bruska úhlová vzduchová VOREL-81110 86 l/min	1 183	1 *)	1 183
Oscilační brusky	Pneumatická excentrická bruska Festool LEX 3 150/7	15 083	1 *)	15 083
	Pneumatická vibrační delta bruska Aircraft DS	5 917	2	11 834
Ofukovačky	Ofukovací pistole BP PRO	253	3	759
Stříkací pistole	SATA jet 5000 B HVLP 1,5 RPS	16 499	1	16 499
Vzduchová vrtačka	Vrtačka KOBE pneu. DP2610	5 119	1	5 119
Kompresor	Kompresor Orlik SKS 51/500	78 600	1	78 600
<b>ELEKTRICKÉ NÁŘADÍ</b>				<b>2 187 384</b>
ANITA	ANITA BONDING CONSOLE NG9201	500 000	1	500 000
	ANITA BONDING CONSOLE OTHE04	750 000	1	750 000
Vývěva	Vývěva WIGAM RS3D	27 150	5	135 750
Infra lampy	Heat Lamp Infra Red 230V/1HP	182 500	1	182 500
	Dryer Infrd 230V/3kW	125 600	2	251 200
Aku vrtačka	cena odhadem	12 000	2	24 000
Leštička	cena odhadem	5 000	1	5 000
Přímočará pila	cena odhadem	1 500	1	1 500
Mobilní odsávací systém	FilterCart Carbon	70 000	2	140 000
	FilterCart Originál	55 000	1	55 000
Vysavač	cena odhadem	25 000	1	25 000
Horkovzdušná pistole	cena odhadem	2 000	1	2 000
Přesné kalibrované digitální váhy	Laboratorní analytické váhy BSM-5.200g/0,01g	19 239	2	38 478
Digitální teploměr	C0321 Comet teploměr dvoukanálový termočlánekový	19 239	4	76 956
<b>SPOTŘEBNÍ MATERIÁL + ochranné pomůcky cena odhadem</b>		100 000		<b>100 000</b>
<b>CELKOVÉ NÁKLADY NA ZÁKLADNÍ VYBAVENÍ DÍLNY</b>				<b>2 656 179</b>
<b>NÁKLADY NA VYBAVENÍ DALŠÍHO ZAMĚSTNANCE NÁŘADÍM</b>				<b>26 266</b>

Poznámka:

\*) Nářadí je určeno pro jednoho zaměstnance

## **4 MOŽNÉ ALTERNATIVY PRO DALŠÍ VYUŽITÍ DÍLENSKÝCH PROSTOR**

Vzhledem k používání kompozitových materiálů téměř ve všech oborech lidské činnosti, bylo by možné při dostatečných kapacitách nabídnout například:

- provádění oprav a renovace drobných poškozených výrobků z kompozitových materiálů včetně povrchových úprav pro jednotlivé drobné zákazníky,
- zakázkově provádět servisní opravy kompozitních dílů pro opravářské dílny všech druhů dopravních prostředků - opravy kompozitových dílů automobilů, motocyklů, železničních vozů, prostředků hromadné dopravy,
- opravy poškození vnitřních obkladů dopravních prostředků vyrobených z kompozitů,
- provádění oprav sportovních potřeb vyrobených z kompozitů.

V dobře vybavené kompozitové dílně bude možné zaškolovat pracovníky pro odbornost provádění oprav kompozitových dílů či se věnovat výchově další generace odborníků pro práci s kompozity, např. formou vedení kroužku leteckých modelářů.

## ZÁVĚR

Byla navrhnutá kompozitní dílna v letecké údržbě, která by měla být schopná provádět veškeré standardní opravy a modifikace. Tato dílna je vybavena veškerým nezbytným vybavením, které zajistí potřebnou kvalitu prováděných prací.

Proběhla hrubá cenová kalkulace, která určila náklady na základní vybavení dílny a náklady na vybavení každého dalšího zaměstnance. Odhad ceny základního vybavení činí 2 656 179 Kč. U některého vybavení byla cena stanovena orientačně, proto se od skutečných nákladů může částečně odchylovat. Tento odhad zahrnuje jen základní vybavení dílny, do nákladů nebyla zahrnuta pořizovací cena prostoru dílny a vybavení sítěmi.

Protože lze předpokládat, že objem používání kompozitů zejména v letecké, ale i dalších druzích dopravy, se bude neustále zvyšovat, je třeba i při budování kompozitového pracoviště si ponechat kapacitní rezervy tak, aby dílna měla do budoucna možnost růstu a dalšího rozvoje.

Jednou z možností budoucího růstu může být založení lakovny pro menší díly, aby bylo možno dodržet kvalitu a strukturu lakovaného povrchu výrobku, tak jako má originální díl od výrobce. Tato lakovna by musela být vybavena stříkacím boxem a při svém provozu by se musela řídit veškerými předpisy plynoucími ze zákona o Životním prostředí.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] NOŽIČKA, R. *Využití kompozitních materiálů v civilním letectví*. Brno, 2015. 55 s. Bakalářská práce na Fakultě strojního inženýrství Vysokého učení technického v Brně, Ústav materiálových věd a inženýrství. Vedoucí bakalářské práce Ing. Karel Němec, Ph.D.
- [2] JELEN, T. *Aktuální stav a budoucnost technologií pro výrobu dopravních letounů*. Ostrava, 2013. 61 s. Bakalářská práce na Fakultě strojní VŠB - TUO, Institut dopravy. Vedoucí bakalářské práce Ing. Rostislav Horecký, Ph.D.
- [3] BAMBUŠEK, R. *Praktický výcvik technika údržby letadel v kompozitové dílně*. Ostrava, 2013. 46 s. Bakalářská práce na Fakultě strojní VŠB - TUO, Ústav letecké dopravy. Vedoucí bakalářské práce Ing. Rostislav Horecký, Ph.D.
- [4] ŽÁKOVÁ, T. *Zvyšování kvality v podmínkách EU*. Praha, 2007. 90 s. Diplomová práce na Fakultě mezinárodních vztahů Vysoké školy ekonomické. Vedoucí diplomové práce Ing. Josef Abrahám, Ph.D.
- [5] Kol. autorů. *Vlastnosti a zkoušení materiálů. Polymery a kompozitní materiály. Základní rozdělení, chemické složení, struktura. Reologické modely napětově-deformačního chování*. Ostrava, 2013. 21 s. Studijní materiál VŠB - TUO, Fakulta strojní. ISBN 978-80-248-3027-8. [cit. 2016-04-26]. Dostupné z [http://projekty.fs.vsb.cz/463/edubase/VY\\_01\\_014/Vlastnosti%20a%20zkou%C5%A1en%C3%AD%20materi%C3%A1l%C5%AF/02%20Text%20pro%20e-learning/Vlastnosti%20a%20zkou%C5%A1en%C3%AD%20materi%C3%A1l%C5%AF%2013.pdf](http://projekty.fs.vsb.cz/463/edubase/VY_01_014/Vlastnosti%20a%20zkou%C5%A1en%C3%AD%20materi%C3%A1l%C5%AF/02%20Text%20pro%20e-learning/Vlastnosti%20a%20zkou%C5%A1en%C3%AD%20materi%C3%A1l%C5%AF%2013.pdf)
- [6] BAUMRUK, M. *Kompozitové materiály v leteckém průmyslu v ČR*. 2006. 35 s. Ústav automobilů, kolejových vozidel a letadlové techniky. [cit. 2016-05-02]. Dostupné z [http://www.kompozity.info/clanky/compdb/kompozitove\\_mat\\_v\\_let\\_prumyslu\\_CR.pdf](http://www.kompozity.info/clanky/compdb/kompozitove_mat_v_let_prumyslu_CR.pdf)
- [7] Portál veřejné správy [online]. [cit. 2016-04-28]. Dostupné z <http://portal.gov.cz/portal/obcan/>
- [8] Předpis č. 49/1997 Sb. ZÁKON ze dne 6. března 1997 o civilním letectví a o změně a doplnění zákona č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání (živnostenský zákon), ve znění pozdějších předpisů. [cit. 2016-04-22]. Dostupný na Portálu veřejné správy <http://portal.gov.cz/portal/obcan/>
- [9] Úřad pro civilní letectví [online]. [cit. 2016-03-30]. Dostupné z <http://www.caa.cz>
- [10] CAA-TI-006-n/98 Postupy pro vydání oprávnění k údržbě, opravám, modifikacím letecké techniky. [cit. 2016-05-04]. Dostupné z <http://www.caa.cz/file/6134/>

- [11] CAA-TI-011-n/97 Požadavky ÚCL na provádění údržby, preventivní údržby, renovací a modifikací. [cit. 2016-05-04]. Dostupné z <http://www.caa.cz/file/7343>
- [12] NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) .../... ze dne XXX kterým se mění nařízení (EU) č. 1321/2014, pokud jde o úlevy pro postupy údržby letadel všeobecného letectví. [cit. 2016-04-12]. Dostupné z <http://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-6126-2015-ADD-1/cs/pdf>
- [13] Nářadíčko od "FERDY" - Bruska úhlová vzduchová [online]. [cit. 2016-05-02]. Dostupné z <http://naradi-ferda.cz/brusky-pneumaticke-a-komponenty/12-bruska-uhlova-vzduchova-vorel-81110-861-min-5906083811104.html>
- [14] Bartoš nářadí - Pneumatická excentrická bruska Festool LEX 3 150/7. [online]. [cit. 2016-05-02]. Dostupné z <https://www.naradibartos.cz/pneumaticka-excentricka-bruska-festool-lex-3-1507.html>
- [15] PEDDY - Pneumatická vibrační delta bruska. [online]. [cit. 2016-05-02]. Dostupné z [http://www.peddy.cz/index.php?main\\_page=product\\_info&products\\_id=22233](http://www.peddy.cz/index.php?main_page=product_info&products_id=22233)
- [16] Betafiniš - Ofukovací pistole BP PRO. [online]. [cit. 2016-05-03]. Dostupné z <http://www.betafinis.cz/ofukovaci-pistole-bp-pro>
- [17] SMART COATINGS shop - SATAjet stříkací pistole. [online]. [cit. 2016-05-02]. Dostupné z <http://shop.smartcoatings.cz/katalog/cz/satajet-strikaci-pistole/satajet-5000/produkt/sata-5000-b-hvlp>
- [18] PROPROFIKY.CZ - Vrtačka KOBE pneu. DP2610. [online]. [cit. 2016-05-03]. Dostupné z <http://www.proprofiky.cz/Pneumaticke-naradi/Vzduchove-vrtacky/Vrtacka-KOBE-pneu-DP2610.html>
- [19] Techair - Kompresor Orlík SKS 51/500. [online]. [cit. 2016-05-04]. Dostupné z <http://www.techair.cz/kompresor-orlik-sks-51500-p-52.html>
- [20] Extranet Nederman - FilterCart.(Ceník Nederman 2009). [online]. [cit. 2016-05-06]. Dostupné z <http://www.nederman.cz/products/mobile-welding-fume-and-dust-extractors/filtercart>
- [21] ACKLANDS GRAINGER - Heat Lamp Infra Red 230V/1hp. [online]. [cit. 2016-05-06]. Dostupné z [https://www.acklandsgrainger.com/en/product/HEAT-LAMP-INFRA-RED-230V-1HP/\\_/R-HEDCS2](https://www.acklandsgrainger.com/en/product/HEAT-LAMP-INFRA-RED-230V-1HP/_/R-HEDCS2)
- [22] PAINT DISTRIBUTORS - Air Conditioning.. [online]. [cit. 2016-05-06]. Dostupné z <http://www.cd-group.com/Paint/bodyshopequipment.html#>



- [23] JAST-CZ - kovový nábytek - Spisová skříň SPS 01A. [online]. [cit. 2016-05-08]. Dostupné z <http://www.jastcz.cz/kovovy-nabytek/spisova-skrin-sps-01a>
- [24] JAST-CZ - kovový nábytek - Dílenský stůl - DPS 01A - Ponk. [online]. [cit. 2016-05-08]. Dostupné z <http://www.jastcz.cz/dilensky-nabytek/dilensky-stul-dps-01a-ponk>
- [24] JAST-CZ - kovový nábytek - Regál policový přístavný. [online]. [cit. 2016-05-08]. Dostupné z <http://www.jastcz.cz/kovovy-nabytek/regal-policovy-pristavny-v-1972-s-1200>
- [25] E-REGALY CZ - Policové regály PRATIC. [online]. [cit. 2016-05-08]. Dostupné z <http://eshop.xda.cz/konfigurator/?category=57256>
- [26] KOVOARTIKL CZ - Skříně na chemikálie. [online]. [cit. 2016-05-08]. Dostupné z <http://www.kovoartikl.cz/166-skrine-na-chemikalie>
- [27] LIEBHERR - Pultový mrazák Liebherr GT 6122. [online]. [cit. 2016-05-08]. Dostupné z <http://www.topchlazeni.cz/e-shop/pultovy-mrazak-liebherr-gt-6122>
- [28] LIEBHERR - Liebherr KB 4350 (lednice). [online]. [cit. 2016-05-08]. Dostupné z <http://www.topchlazeni.cz/e-shop/liebherr-kb-4350>
- [29] KALIST - CO321 Comet teploměr dvoučlankový termočlankový. [online]. [cit. 2016-05-09]. Dostupné z [http://kalist.cz/teplomery/764-c0321-comet-commeter-teplomer-dvoukanalovy-termoclankovy.html#more\\_info\\_tabs](http://kalist.cz/teplomery/764-c0321-comet-commeter-teplomer-dvoukanalovy-termoclankovy.html#more_info_tabs)
- [30] Provinter - Laboratorní analytická váha BSM. [online]. [cit. 2016-05-08]. Dostupné z <http://www.vahy-vaha.cz/laboratorni-analyticka-vaha-bsm-5-200g/0-01g-do-5200g-kalibrovana>
- [31] VOR - Vývěva dvoustupňová WIGAM RS3D. [online]. [cit. 2016-05-08]. Dostupné z <http://www.vorcz.cz/vyveva-dvoustupnova-wigam-rs3d-220-240v-1-50-60hz/d-1888/>
- [32] Kälte Shop - Vacuum pump RS3D-EX Wigam. [online]. [cit. 2016-05-08]. Dostupné z <http://www.kaeltetechnik-shop.at/Vacuum-pump-RS3D-EX-Wigam>
- [33] Stanislav Musil s.r.o. - Mipa odvíječ zakrývacích papírů Incline, poj. šikmý na 3 role. [online]. [cit. 2016-05-08]. Dostupné z <http://www.mipa-paint.cz/Mipa-odvijec-zakryvacich-papiru-Incline-poj-sikmy-na-3-role-d321.htm?tab=download>

## Seznam obrázků

Obr. 1:	Schéma synergetického efektu v kompozitním materiálu.....	12
Obr. 2:	Částicový (a), vláknový (b) a vrstvený (c) kompozit .....	13
Obr. 3:	Diagram sendvičového materiálu (A), vnější desky ve formě laminátů (B), jádro tvořené voštinami nebo pěnamí (C) .....	14
Obr. 4:	Materiálové složení konstrukce letadla Boeing 787 Dreamliner .....	16
Obr. 5	Turbovrtulový letoun ATR72 s aplikovanými kompozitními materiály v konstrukci ze skleněných, aramidových a uhlíkových vláken. ....	17
Obr. 6:	Použití materiálů GLARE na horní části trupu letounu Airbus A380 .....	17
Obr. 7:	Vakuový bag .....	20
Obr. 8:	Dílenský stůl - DPS 01A.....	26
Obr. 9:	Ponk - set DPS 26 .....	27
Obr. 10:	Skříň na dokumentaci.....	28
Obr. 11:	Kovová skříň na chemikálie KS/CH01/A3.....	29
Obr. 12:	Policový regál PRACTIC.....	30
Obr. 13:	Regál policový přístavný.....	31
Obr. 14:	Pultový mrazák Liebherr GT 6122 .....	32
Obr. 15:	Otevřený stan – pohled dovnitř.....	33
Obr. 16:	Uzavřený stan .....	34
Obr. 17:	Bruska úhlová vzduchová VOREL-81110 86 l/min.....	36
Obr. 18:	Pneumatická excentrická bruska Festool LEX 3 150/7 .....	36
Obr. 19:	Pneumatická vibrační delta bruska Aircraft DS.....	37
Obr. 20:	Ofukovací pistole BP PRO .....	38
Obr. 21:	SATA jet 5000 B HVLP 1,5 RPS .....	39
Obr. 22:	Vrtačka KOBE pneu. DP2610 .....	39
Obr. 23:	Kompresor Orlík.....	40
Obr. 24:	Zavřená ANITA BONDING CONSOLE NG9201 .....	42
Obr. 25:	Otevřená ANITA BONDING CONSOLE NG9201 .....	42
Obr. 26:	Kufřík s příslušenstvím .....	43
Obr. 27:	ANITA BONDING CONSOLE OTHE04 .....	44
Obr. 28:	ANITA BONDING CONSOLE OTHE04 - otevřený kufřík .....	44
Obr. 29:	Detail konektorů s ochranou proti jiskření.....	45
Obr. 30:	Tlačítko pro nouzové vypnutí .....	45
Obr. 31:	Detail konektoru vyhřívací dečky s ochranou proti jiskření.....	45
Obr. 32:	ANITA s příslušenstvím.....	46

Obr. 33: Různé typy a velikosti vyhřívacích deček pro ANITU.....	47
Obr. 34: Teploměry pro ANITU .....	47
Obr. 35: Vývěva WIGAM RS3D.....	48
Obr. 36: Mobilní odsávací jednotky filtercart .....	50
Obr. 37: Heat Lamp Infra Red 230V/1HP .....	51
Obr. 38: Dryer Infrd 230V/3kW .....	52
Obr. 39: Laboratorní analytická váha BSM-5.200g/0,01g.....	53
Obr. 40: C0321 Comet teploměr dvoukanálový termočlánekový.....	54
Obr. 41: Možné umístění stolů při opravách - verze 1 .....	57
Obr. 42: Možné umístění stolů při opravách - verze 2 .....	58
Obr. 43: Návrh rozmístění nezbytného vybavení v kompozitovém pracovišti v letecké údržbě.....	59

## **PŘÍLOHY**

- Příloha A - Osvědčení oprávnění organizace k údržbě - Formulář 3-MF EASA, 3. vydání - strana 1 a 2
- Příloha B - Osvědčení oprávnění organizace k údržbě - Formulář 3-145 EASA, 3. vydání - strana 1 a 2
- Příloha C - Žádost o vydání oprávnění organizace k údržbě podle CAA-TI-006\_N/98/CAA, strana 1 a 2
- Příloha D - Žádost o oprávnění k údržbě podle části M, Hlavy F - Formulář 2F EASA (CAA/F-ST-079-5/05), strana 1 a 2

[ČLENSKÝ STÁT\*]

členský stát Evropské unie \*\*

**OSVĚDČENÍ O OPRAVNĚNÍ ORGANIZACE K ÚDRŽBĚ**

Číslo oprávnění: [KÓD ČLENSKÉHO STÁTU \*].MF.[XXXX]

Na základě aktuálně platného nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 216/2008 a nařízení Komise (EU) č. 1321/2014 a v závislosti na podmínkách uvedených níže [PŘÍSLUŠNÝ ÚŘAD ČLENSKÉHO STÁTU\*] tímto osvědčuje:

[NÁZEV A ADRESA SPOLEČNOSTI]

jako organizaci k údržbě podle oddílu A hlavy F přílohy I (část M) nařízení (EU) č. 1321/2014, oprávněnou provádět údržbu výrobků, dílů a zařízení uvedených v příloženém rozsahu oprávnění a vydávat příslušná osvědčení o uvolnění do provozu za použití výše uvedeného čísla oprávnění a, pokud je tak stanoveno, vydávat doporučení a osvědčení kontroly letové způsobilosti po kontrole letové způsobilosti, jak stanoví bod M.A.901 písm. l) přílohy I (část M) téhož nařízení, pro letadla, jejichž výčet je uveden v příloženém rozsahu oprávnění.

**PODMÍNKY:**

1. Toto oprávnění je omezeno do míry stanovené v části uvádějící rozsah prací ve schválené příručce organizace údržby podle oddílu A hlavy F přílohy I (část M).
2. Toto oprávnění vyžaduje dodržování postupů stanovených ve schválené příručce organizace údržby.
3. Toto oprávnění je platné, pokud organizace oprávněná k údržbě trvale splňuje požadavky přílohy I (část M) nařízení (EU) č. 1321/2014.
4. Za předpokladu plnění výše uvedených podmínek zůstává toto oprávnění platné po neomezenou dobu, pokud se jej držitel nevzdal nebo pokud nebylo nahrazeno, pozastaveno či zrušeno.

Datum původního vydání: .....

Datum této změny: .....

Změna č.: .....

Podpis: .....

Za příslušný úřad: [PŘÍSLUŠNÝ ÚŘAD ČLENSKÉHO STÁTU\*]

Formulář 3-MF EASA, 3. vydání

\* Nebo EASA, pokud je příslušným úřadem EASA.

\*\* U nečlenských států EU nebo u EASA vynechte.

**ROZSAH OPRÁVNĚNÍ ORGANIZACE K ÚDRŽBĚ**

Číslo oprávnění: [KÓD ČLENSKÉHO STÁTU\*].MF.XXXX

Organizace: [NÁZEV A ADRESA SPOLEČNOSTI]

<b>TŘÍDA</b>	<b>KVALIFIKACE</b>	<b>OMEZENÍ</b>
<b>LETADLA **</b>	***	****
	***	****
<b>MOTORY **</b>	***	***
	***	***
<b>LETADLOVÉ CELKY JINÉ NEŽ KOMPLETNÍ MOTOR NEBO APU **</b>	***	***
	***	***
	***	***
	***	***
	***	***
	***	***
<b>SPECIALIZOVANÉ SLUŽBY **</b>	***	***
	***	***

Toto oprávnění je omezeno na výrobky, díly a zařízení a na činnosti stanovené v části uvádějící rozsah prací ve schválené příručce organizace údržby.

Číslo příručky organizace údržby: .....

Datum původního vydání: .....

Datum poslední schválené změny: ..... Změna č.: .....

Podpis: .....

Za příslušný úřad: [PŘÍSLUŠNÝ ÚŘAD ČLENSKÉHO STÁTU\*]

Formulář 3-MF EASA, 3. vydání

(\*) Nebo EASA, pokud je příslušným úřadem EASA.

(\*\*) Podle potřeby vynechte, pokud není organizace oprávněna.

(\*\*\*) Doplňte příslušnou kvalifikaci a omezení.

(\*\*\*\*) Doplňte příslušné omezení a uveďte, zda je vydávání doporučení a osvědčení kontroly letové způsobilosti schváleno, či nikoli (možné pouze u letadel ELA1, která nejsou používána pro obchodní provoz, jestliže organizace provádí kontrolu letové způsobilosti společně s roční kontrolou obsaženou v programu údržby).“

[ČLENSKÝ STÁT\*]

členský stát Evropské unie \*\*

**OSVĚDČENÍ O OPRÁVNĚNÍ ORGANIZACE K ÚDRŽBĚ**

Číslo oprávnění: [KÓD ČLENSKÉHO STÁTU\*].145.XXXX

Na základě aktuálně platného nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 216/2008 a nařízení Komise (EU) č. 1321/2014 a v závislosti na podmínkách uvedených níže [PŘÍSLUŠNÝ ÚŘAD ČLENSKÉHO STÁTU\*] tímto osvědčuje:

[NÁZEV A ADRESA SPOLEČNOSTI]

jako organizaci oprávněnou k údržbě podle oddílu A přílohy II (část 145) nařízení (EU) č. 1321/2014 k údržbě výrobků, dílů a zařízení uvedených v přiloženém rozsahu oprávnění a k vydávání odpovídajících osvědčení o uvolnění do provozu za použití výše uvedeného čísla oprávnění a, pokud je tak stanoveno, k vydávání doporučení a osvědčení kontroly letové způsobilosti po kontrole letové způsobilosti, jak stanoví bod M.A.901 písm. l) přílohy I (část M) téhož nařízení, pro letadla, jejichž výčet je uveden v přiloženém rozsahu oprávnění.

**PODMÍNKY:**

1. Toto oprávnění je omezeno do míry stanovené v části uvádějící rozsah prací ve schváleném výkladu organizace údržby podle oddílu A přílohy II (část 145).
2. Toto oprávnění vyžaduje dodržování postupů stanovených ve schváleném výkladu organizace údržby.
3. Toto oprávnění je platné, pokud organizace oprávněná k údržbě trvale splňuje požadavky přílohy II (část 145) nařízení (EU) č. 1321/2014.
4. Za předpokladu plnění výše uvedených podmínek zůstává toto oprávnění platné po neomezenou dobu, pokud se jej držitel nevzdal nebo pokud nebylo nahrazeno, pozastaveno či zrušeno.

Datum původního vydání: .....

Datum této změny: .....

Změna č.: .....

Podpis: .....

Za příslušný úřad: [PŘÍSLUŠNÝ ÚŘAD ČLENSKÉHO STÁTU\*]

Formulář 3-145 EASA, 3. vydání.

\* Nebo EASA, pokud je příslušným úřadem EASA.

\*\* U nečlenských států EU nebo u EASA vynechte.

**ROZSAH OPRÁVNĚNÍ ORGANIZACE K ÚDRŽBĚ**

Číslo oprávnění: [KÓD ČLENSKÉHO STÁTU\*].145.[XXXX]

Organizace: [NÁZEV A ADRESA SPOLEČNOSTI]

<b>TŘÍDA</b>	<b>KVALIFIKACE</b>	<b>OMEZENÍ</b>	<b>DÍLENSKÁ</b>	<b>TRAŤOVÁ</b>
<b>LETADLA **</b>	***	****	[ANO/NE] **	[ANO/NE] **
	***	****	[ANO/NE] **	[ANO/NE] **
	***	****	[ANO/NE] **	[ANO/NE] **
	***	****	[ANO/NE] **	[ANO/NE] **
<b>MOTORY **</b>	***	***		
	***	***		
<b>LETADLOVÉ CELKY JINÉ NEŽ KOMPLETNÍ MOTOR NEBO APU **</b>	***	***		
	***	***		
	***	***		
	***	***		
	***	***		
	***	***		
<b>SPECIALIZOVANÉ SLUŽBY **</b>	***	***		
	***	***		

Tento rozsah oprávnění je omezen na výrobky, díly a zařízení a na činnosti stanovené v části uvádějící rozsah prací ve schváleném výkladu organizace údržby.

Číslo výkladu organizace údržby: .....

Datum původního vydání: .....

Datum poslední schválené změny: ..... Změna č.: .....

Podpis: .....

Za příslušný úřad: [PŘÍSLUŠNÝ ÚŘAD ČLENSKÉHO STÁTU\*]

Formulář 3-145 EASA, 3. vydání.

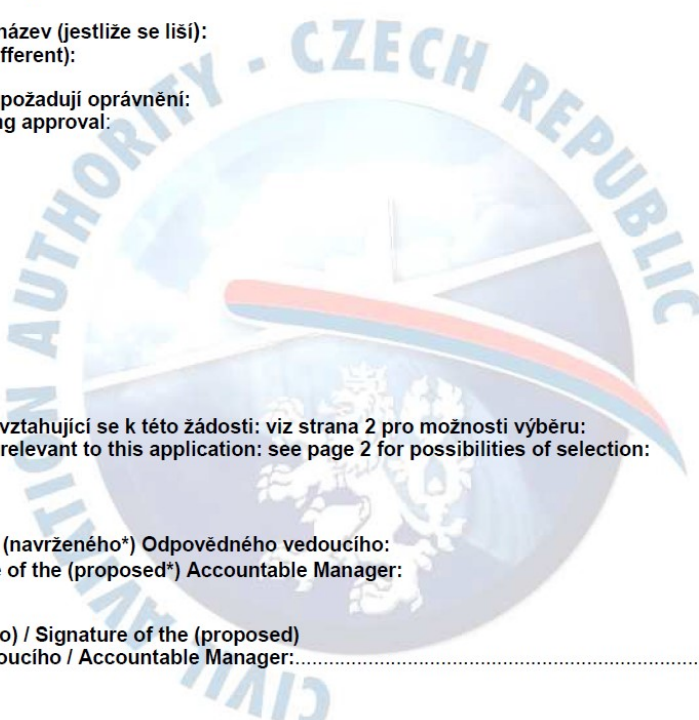
\* Nebo EASA, pokud je příslušným úřadem EASA.

\*\* Podle potřeby vynechte, pokud není organizace oprávněna.

\*\*\* Doplňte příslušnou kvalifikaci a omezení.

\*\*\*\* Doplňte příslušné omezení a uveďte, zda je vydávání doporučení a osvědčení kontroly letové způsobilosti schváleno, či nikoli (možné pouze u letadel ELA1, která nejsou používána pro obchodní provoz, jestliže organizace provádí kontrolu letové způsobilosti společně s roční kontrolou obsaženou v programu údržby).“



<p><b>Úřad pro civilní letectví České republiky</b>  <b>Civil Aviation Authority of the Czech Republic</b>          Žádost o vydání/Application for:</p>	
<p><input type="checkbox"/> oprávnění organizace k údržbě podle CAA-TI-006-n/98/CAA-TI-006-n/98 maintenance organization approval*</p> <p><input type="checkbox"/> Národního dodatku k EASA oprávnění č.            /National Amendment to the EASA maintenance approval No.            *</p> <p><input type="checkbox"/> První schválení / Initial grant * <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> Změna / Change*</span></p>	
<p>1. Registrované(ý) jméno / název žadatele: Registered name of applicant:</p> <p>2. Obchodní jméno / název (jestliže se liší): Trading name (if different):</p> <p>3. Adresy míst, které požadují oprávnění: Addresses requiring approval:</p> <p>4. Tel.: Fax: E-mail:</p> <p>5. Rozsah oprávnění vztahující se k této žádosti: viz strana 2 pro možnosti výběru: Scope of approval relevant to this application: see page 2 for possibilities of selection:</p> <p>6. Postavení a jméno (navrženého*) Odpovědného vedoucího: Position and name of the (proposed*) Accountable Manager:</p> <p>7. Podpis (navrženého) / Signature of the (proposed) Odpovědného vedoucího / Accountable Manager:.....</p> <p>8. Místo / Place:</p> <p>9. Datum / Date:</p>	
<p><small><u>Poznámka (1):</u> Předějte na Úřad pro civilní letectví, Letiště Ruzyně, 160 08 Praha 6, Česká republika  <u>Note (1):</u> Please, submit it to Civil Aviation Authority, Letiště Ruzyně, 160 08 Praha 6, Czech Republic</small></p> <p><small><u>Poznámka (2):</u> Žádost podléhá poplatku dle zákona č. 634/2004 Sb., ve znění pozdějších předpisů.  <u>Note (2):</u> The application is subject to fee in accordance with law No. 634/2004 Coll. as amended.</small></p>	
<p><small>*Mark where applicable / označte správnou možnost</small></p>	

CLASS / TRÍDA	KVALIFIKACE / RATING	OMEZENÍ / LIMITATION /
LETADLA / AIRCRAFT	<input type="checkbox"/> A1 Letouny s MTOM nad 5700 kg / Aeroplanes MTOM above 5700 kg	
	<input type="checkbox"/> A2 Letouny s MTOM 5700 kg a méně / Aeroplanes MTOM 5700 kg and below	
	<input type="checkbox"/> A3 Vrtulníky / Helicopters	
	<input type="checkbox"/> A4 Letadla jiná než A2, A3 Aircraft other than A2, A3 /	
MOTORY / ENGINES	<input type="checkbox"/> B1 Turbinové / Turbine	
	<input type="checkbox"/> B2 Pístové / Piston	
	<input type="checkbox"/> B3 APU / APU	
LETADLOVÉ CELKY JINÉ NEŽ KOMPLETNÍ MOTORY NEBO APU / COMPONENTS OTHER THAN COMPLETE ENGINES OR APUs	<input type="checkbox"/> C1 Air Cond. & Press / Klimatizace a Přetlakování	
	<input type="checkbox"/> C2 Automatické řízení letu / Auto Flight	
	<input type="checkbox"/> C3 Spojení a navigace / Comms and Nav	
	<input type="checkbox"/> C4 Dveře - Přístupové otvory / Doors - Hatches	
	<input type="checkbox"/> C5 Elektrické zdroje a osvětlení / Electrical Power & Lights /	
	<input type="checkbox"/> C6 Vybavení / Equipment	
	<input type="checkbox"/> C7 Motor-APU / Engine-APU	
	<input type="checkbox"/> C8 Řízení letadla / Flight Controls	
	<input type="checkbox"/> C9 Palivo / Fuel	
	<input type="checkbox"/> C10 Vrtulník – Rotory / Helicopter - Rotors	
	<input type="checkbox"/> C11 Vrtulník – Transmise / Helicopter - Trans	
	<input type="checkbox"/> C12 Hydraulika / Hydraulic Power	
	<input type="checkbox"/> C13 Indikační a záznamové systémy / Indicating - recording system /	
	<input type="checkbox"/> C14 Přistávací zařízení / Landing Gear	
	<input type="checkbox"/> C15 Kyslík / Oxygen	
	<input type="checkbox"/> C16 Vrtule / Propellers	
	<input type="checkbox"/> C17 Pneumatické a podtlakové systémy / Pneumatic & Vacuum /	
	<input type="checkbox"/> C18 Ochrana proti námraze / dešti / požáru / Protection from ice / rain / fire	
	<input type="checkbox"/> C19 Okna / Windows	
	<input type="checkbox"/> C20 Konstrukce draku / Structure	
	<input type="checkbox"/> C21 Vodní přítěž / Water ballast	
	<input type="checkbox"/> C22 Zvýšení tahu / Propulsion augmentation	
SPECIALIZOVANÉ SLUŽBY / SPECIALIZED SERVICES	<input type="checkbox"/> D1 Nedestruktivní zkoušení / Non destructive testing	
<b>POZNÁMKY / NOTES:</b>		

**Civil Aviation Authority of the Czech Republic**  
**Úřad pro civilní letectví České republiky**

Application for / Žádost o

Part M Subpart F Approval / Oprávnění podle Části-M Hlavy F

☐ Initial grant / První schválení\*

☐ **Change / Změna\***

1. Registered name of applicant:  
Registrované(ý) jméno / název žadatele:
2. Trading name (if different):  
Obchodní jméno / název (jestliže se liší):
3. Addresses requiring approval:  
Adresy míst, které požadují oprávnění:
4. Tel.:  
Fax:  
E-mail:
5. Number of employees involved:  
Počet zapojených zaměstnanců:
6. Scope of approval relevant to this application: see page 2 for possibilities in the case of a Subpart F approval:  
Rozsah oprávnění vztahující se k této žádosti: viz strana 2 pro možnosti výběru v případě oprávnění podle  
Hlavy F:
7. Change description:  
Popis změny:
8. Position and name of the (proposed\*\*) Accountable Manager:  
Postavení a jméno (navrženého\*\*) Odpovědného vedoucího:
9. Signature of the (proposed\*\*) Accountable Manager:  
Podpis (navrženého\*\*) Odpovědného vedoucího: .....
10. Place / Místo:
11. Date / Datum:

**Note:** Please, submit it to Civil Aviation Authority, Letiště Ruzyně, 160 08 Praha 6, Czech Republic  
**Poznámka:** Předějte na Úřad pro civilní letectví, Letiště Ruzyně, 160 08 Praha 6, Česká republika

\*Check where applicable / označte správnou možnost

**\*\*Cross out, if not applicable / škrtněte, pokud se nehodí**

**SCOPE OF SUBPART-F APPROVAL AVAILABLE  
POŽADOVANÝ ROZSAH OPRAVNĚNÍ PODLE HLAVY F**

CLASS / TRÍDA	RATING / KVALIFIKACE	LIMITATION / OMEZENÍ
AIRCRAFT / LETADLA	<input type="checkbox"/> A2 Aeroplanes MTOM 5700 kg and below / Letouny s MTOM 5700 kg a méně	
	<input type="checkbox"/> A3 Helicopters / Vrtulníky	
	<input type="checkbox"/> A4 Aircraft other than A2, A3 / Letadla jiná než A2, A3	
ENGINES / MOTORY	<input type="checkbox"/> B1 Turbine / Turbinové	
	<input type="checkbox"/> B2 Piston / Pistové	
	<input type="checkbox"/> B3 APU / APU	
COMPONENTS OTHER THAN COMPLETE ENGINES OR APUs / LETADLOVÉ CELKY JINÉ NEŽ KOMPLETELNÍ MOTORY NEBO APU	<input type="checkbox"/> C1 Air Cond. & Press / Klimatizace a Přetlakování	
	<input type="checkbox"/> C2 Auto Flight / Automatické řízení letu	
	<input type="checkbox"/> C3 Comms and Nav / Spojení a navigace	
	<input type="checkbox"/> C4 Doors - Hatches / Dveře - Přístupové otvory	
	<input type="checkbox"/> C5 Electrical Power & Lights / Elektrické zdroje a osvětlení	
	<input type="checkbox"/> C6 Equipment / Vybavení	
	<input type="checkbox"/> C7 Engine-APU / Motor-APU	
	<input type="checkbox"/> C8 Flight Controls / Řízení letadla	
	<input type="checkbox"/> C9 Fuel / Palivo	
	<input type="checkbox"/> C10 Helicopter - Rotors / Vrtulník - Rotory	
	<input type="checkbox"/> C11 Helicopter - Trans / Vrtulník - Transmise	
	<input type="checkbox"/> C12 Hydraulic Power / Hydraulika	
	<input type="checkbox"/> C13 Indicating - recording system / Indikační a záznamové systémy	
	<input type="checkbox"/> C14 Landing Gear / Přistávací zařízení	
	<input type="checkbox"/> C15 Oxygen / Kyslík	
	<input type="checkbox"/> C16 Propellers / Vrtule	
	<input type="checkbox"/> C17 Pneumatic & Vacuum / Pneumatické a podtlakové systémy	
	<input type="checkbox"/> C18 Protection from ice / rain / fire / Ochrana proti námraze / dešti / požáru	
	<input type="checkbox"/> C19 Windows / Okna	
	<input type="checkbox"/> C20 Structural / Konstrukce draku	
	<input type="checkbox"/> C21 Water ballast / Vodní přítěž	
	<input type="checkbox"/> C22 Propulsion augmentation / Zvýšení tahu	
SPECIALIZED SERVICES / SPECIALIZOVANÉ SLUŽBY	<input type="checkbox"/> D1 Non destructive testing / Nedestruktivní zkoušení	
<b>NOTES / POZNÁMKY:</b>		